

Управление Федеральной службы по надзору в сфере природопользования  
по Саратовской области

Министерство природных ресурсов и экологии Саратовской области

**Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.**

Государственный научно-исследовательский институт  
промышленной экологии

Саратовский филиал Института проблем экологии и эволюции  
имени А.Н. Северцова РАН

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ**

**Сборник научных трудов  
по материалам 7-й Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием**

Часть 1

Под редакцией профессора Е.И. Тихомировой

**Саратов 2015**

Сборник научных статей составлен на основе материалов 7-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Экологические проблемы промышленных городов», которая проводилась на базе СГТУ имени Гагарина Ю.А. совместно с Управлением Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Саратовской области, Министерством природных ресурсов и экологии Саратовской области, Государственным научно-исследовательским институтом промышленной экологии и Саратовским филиалом Института проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН в 2015 году.

В сборнике представлены работы, в которых рассматриваются: экологические, экономические и социальные проблемы загрязнения урбосистем; разработка инновационных методов экологической реабилитации антропогенно нарушенных территорий, проблемы их экологического мониторинга, вопросы сохранения биологического разнообразия и прогнозирования состояния; особо охраняемые природные территории как контроль в экологическом мониторинге антропогенно нарушенных территорий; актуальные вопросы моделирования и обоснования использования современных сорбционных технологий в промышленной экологии; правовые и экономические аспекты государственной и региональной экологической политики в сфере утилизации отходов и обеспечения экологической безопасности; экологические технологии в строительстве, транспорте, энергетике и водном хозяйстве, экологическое архитектурное планирование; современные информационные технологии в экологических исследованиях; методология экологического образования в технических вузах.

Предназначается для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов, специализирующихся в области экологии.

Редакционная коллегия:

доктор биологических наук, профессор Е.И. Тихомирова (отв. редактор);  
PhD in Ecology / Zoology А.Л. Подольский  
кандидат биологических наук, доцент А.А. Фомина (зам. отв. редактора)  
Л.А. Серова (секретарь)

Одобрено  
редакционно-издательским советом  
Саратовского государственного технического университета

## **СЕКЦИЯ 1**

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБОСИСТЕМ**

**В.А. Алексеенко**

Научно-исследовательский институт геохимии биосферы Южного  
Федерального университета; Морской государственный университет,  
г. Новороссийск

#### **ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ С РАЗЛИЧНЫМ ЧИСЛОМ ЖИТЕЛЕЙ**

Почвы как депонирующая среда являются суммарным показателем эколого-геохимических изменений, происходящих на изучаемой территории. Проведенные исследования показали, что в крупных промышленных центрах, даже после ликвидации основных загрязнителей и при частичной замене городских почв, почвы продолжают нести геохимическую информацию о происходившем в таких городах загрязнении. В населенных пунктах, занимающих всего около 5% суши, проживает практически все население Земли. Все это позволяет считать изучение геохимических особенностей почв населенных пунктов одной из первоочередных задач и для экологии, и для геохимии. Для принятия конкретных мер по улучшению экологической обстановки необходимы количественные геохимические сведения о современном состоянии почв.

При подготовке данного сообщения изучено более 300 населенных пунктов Европы, Азии, Африки, Австралии, Америки с отбором проб от 30 до 1000 в каждом из них. Основная часть этих исследований проведена В.А. и А.В. Алексеенко за последние 15 лет. Методика работ подробно рассмотрена в ряде публикаций В.А. Алексеенко, Н.П. Лаверова и А.В. Алексеенко [1-3, 6-8]. По результатам исследований были установлены кларки почв населенных пунктов 50 химических элементов [2, 3, 8]. Кроме того, установлены средние содержания элементов в группах населенных пунктов с различным числом жителей. Для элементов, средние содержания которых в группах более чем в 1,5 раза отличаются от кларков почв Земли, определялись (в  $\text{т/км}^2$ ) показатели абсолютного (ПАН) и относительного (ПОН) накопления химических элементов [4] (таблица).

Наибольшее (ПАН равен десяткам тысяч  $\text{т/км}^2$ ) по массе накопление (оно, как и вынос, устанавливалось во всех представленных далее построениях по отношению к почвам Земли) отмечается в почвах групп населенных пунктов с числом жителей 300-700 тыс., менее 100 тыс. и в рекреационно-туристических центрах. Во всех этих системах оно связано с увеличением содержаний Са и Mg.

**Абсолютное (т/км<sup>2</sup>) и относительное накопление химических элементов  
в почвах отдельных групп населенных пунктов (по отношению к почвам Земли)**

Элемент	Населенные пункты с населением, тыс. чел.								Деревни, поселки, станицы		Рекреационно-туристические центры	
	более 700		300-700		100-300		менее 100		ПАН	ПОН	ПАН	ПОН
	ПАН	ПОН	ПАН	ПОН	ПАН	ПОН	ПАН	ПОН				
<b>Ag</b>									-0,15	-6		
<b>As</b>	11,8	23,5	3	6	9,54	19,1					9,6	19,2
<b>Ba</b>	228	4,6	354,8	7,1			288	5,8			290,4	5,8
<b>Be</b>	-1,9	-3,1	-1,9	-3,1			-2,5	-4,1			-2,2	-3,6
<b>Ca</b>			38036	27,8			37784	27,6			34488	25,2
<b>Cd</b>	1,4	28	0,18	3,6			0,6	12	-0,19	-3,8		
<b>Cl</b>	124,2	12,4	127,5	12,8			83,7	8,4			104,4	10,4
<b>Co</b>	4,7	5,85	3,8	4,8	2,8	3,5	4,0	5,0			6,1	7,6
<b>Cr</b>	-70,4	-3,5	-87	-4,4	-94,7	-4,7	-71,1	-3,6	-88,3	-4,4	-67,1	-3,4
<b>Cu</b>	21	10,5	6,1	3					8,8	4,4	22,1	11,1
<b>Fe</b>	-11040	-2,9	-10737	-2,8								
<b>Li</b>	9,24	3,1	13,5	4,5	12,2	4,1	9,5	3,2	12,2	4,1	12,7	4,2
<b>Mg</b>			2280	3,6							2256	3,6
<b>Mn</b>					-182,0	-2,1	-235,5	-2,8				
<b>Mo</b>					0,96	4,8			1	5,1		
<b>P</b>	324,7	4,1			316,2	4,0			311,7	3,9		
<b>Pb</b>	33,7	33,7	21,4	21,4	20	20	17,7	17,7	7,6	7,6	27,1	27,1
<b>Sn</b>			-2,16	-2,2					-2,26	-2,3	-2,1	-2,1
<b>Sr</b>											150,4	5,0
<b>V</b>									-21,3	-2,1		
<b>Y</b>	-15,9	-3,2	-16	-3,2			-14,7	-2,9	-19,5	-3,9	-18,8	-3,7
<b>Zn</b>	90,7	18,1	39,5	7,9	29,7	5,9	25,4	5,1	28,6	5,7	90	18
<b>Zr</b>									-101	-3,4	-67,4	-2,2

Рассматривая эколого-геохимическую значимость процесса накопления химических элементов в почвах (ПОН), отметим первостепенную роль Pb и Zn во всех группах. При этом накопившаяся масса Pb колеблется от 17,7 до 33,7 т/км<sup>2</sup>, уменьшаясь в почвах деревень до 7,6 т/км<sup>2</sup>. Концентрация накопившегося Zn обычно колеблется от 25 до 39 т/км<sup>2</sup> и только в рекреационно-туристических центрах и городах-миллионерах доходит до 90 т/км<sup>2</sup>.

Из остальных «загрязняющих элементов» следует, в первую очередь, отметить As и затем – Cl, относящиеся в трех группах населенных пунктов к основным эколого-геохимическим загрязнителям. В двух группах населенных пунктов к важным загрязнителям почв относятся Cd, а в трех – значительное увеличение содержаний Ca существенно изменяет эколого-геохимическую обстановку.

В почвах всех выделенных групп населенных пунктов отмечается пониженное содержание Cr, а часто – Y и Be. Наибольший по массе вынос характерен для Fe (свыше 10 000 т/км<sup>2</sup>) и Cr (от 67 до 94,7 т/км<sup>2</sup>). Значительные эколого-геохимические изменения почв различных групп населенных пунктов можно связать с уменьшением содержаний Cr, Y и Be по сравнению с почвами Земли,

*Работы выполнены при частичной финансовой поддержке проекта базовой части госзадания Министерства образования и науки РФ № 1894.*



## Литература

1. Алексеенко В.А. Кларки химических элементов почв селитебных ландшафтов. Методика проведения исследований / В.А. Алексеенко, Н.П. Лаверов, А.В. Алексеенко // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии: Научный журнал. 2012. № 3 (20). С. 120-125.
2. Алексеенко В.А. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов / В.А. Алексеенко, А.В. Алексеенко. Ростов н/Д.: Изд-во ЮФУ, 2013. 383 с.
3. Алексеенко В.А. Химические элементы в городских почвах / В.А. Алексеенко, А.В. Алексеенко. М.: Логос, 2014. 336 с.
4. Алексеенко В.А. Геохимия окружающей среды. Экологическая геохимия / В.А. Алексеенко. Ростов-н/Д.: Феникс, 2015. 688 с.
5. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах / А.П. Виноградов. М.: Изд-во АН СССР, 1957.
6. Алексеенко В.А. О кларках химических элементов в почвах населенных пунктов / В.А. Алексеенко, Н.П. Лаверов, А.В. Алексеенко // Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України. Наукові праці. Серія «Гірничо-геологічна». Випуск №15 (192). Донецьк, 2011. С. 17-21.
7. Alekseenko V.A. The Clarke numbers of chemical elements in the urban landscapes soils / V.A. Alekseenko, N.P. Laverov, A.V. Alekseenko // Ecologica – Scientific Professional Society for Environmental Protection of Serbia. №65. Belgrade, 2012. P. 3-9.
8. Alekseenko V.A. The abundances of chemical elements in urban soils/ V.A. Alekseenko, A.V. Alekseenko // Journal of Geochemical Exploration. 2014. № 147 (B). P. 245-249.

## В.А. Алексеенко

Научно-исследовательский институт геохимии биосферы Южного  
Федерального университета; Морской государственный университет;  
г. Новороссийск

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ РЕКРЕАЦИОННО- ТУРИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Современные экономические условия делают все более важными для граждан нашей страны рекреационно-туристические центры юга России и, в частности, Краснодарского края. Несколько условно среди этих центров можно выделить расположенные на Черноморском побережье и в горной части Северо-Западного Кавказа. Определенным показателем рекреационных условий в этих центрах за довольно продолжительный период времени может служить эколого-геохимическая характеристика почв, являющихся основной депонирующей средой.

Нами для установления геохимического облика почв на побережье был опробован район Большого Сочи от п. Лазаревское до восточной границы Российской Федерации. В горной части был выбран и опробован курорт г. Горячий Ключ. Данные о геохимических особенностях почв вы-

бранных центров сравнивались не только между собой, но и с кларками почв Земли и со средними содержаниями ряда химических элементов в почвах рекреационно-туристических центров мира [4] и ландшафтов лесов [2]. Именно за счет последних были созданы и развивались города Горячий Ключ и Большой Сочи. Для этих целей были использованы результаты анализов свыше 1000 проб. Их отбор проводился из верхнего 30 см горизонта, являющегося «геохимическим центром почв» [6, 7] и в пределах которого происходили основные антропогенные изменения. Все рядовые и контрольные анализы проводились в одной аттестованной лаборатории; внешний контроль [3] проводился в четырех лабораториях, две из которых относятся к арбитражным. Сходимость результатов удовлетворительная и хорошая. Для сравнения геохимических особенностей почв использовались показатели абсолютного (ПАН) и относительного (ПОН) накопления химических элементов [1, 2]. ПАН дает информацию о накоплении (выносе) элементов по сравнению с другой геохимической системой или о происшедших количественных изменениях в результате рассматриваемого процесса. Он выражается в  $\text{т/км}^2$  и характеризует в нашем случае изменения в верхнем 30 см горизонте почв. ПОН представляет отношение накопившегося (вынесенного) количества определенного элемента к определенному нормирующему показателю. В данном случае такими показателями являются кларк почв Земли [5], средние содержания в почвах рекреационно-туристических, средние содержания элементов в почвах лесов. Таким образом, по значениям величин ПОН можно ранжировать элементы по эколого-геохимической значимости происшедших процессов [1–3].

Итогом перехода лесных ландшафтов в современные рекреационно-туристические центры стало накопление следующих элементов в почвах Большого Сочи:  $\text{P}(300) > \text{Zn}(158) > \text{Ba}(132) > \text{Ti}(273) > \text{Sr}(25,6) > \text{Pb}(18,9) > \text{V}(18) > \text{Cu}(7,9) > \text{Li}(2,6) > \text{Co}(0,8) > \text{Sn}(0,4) > \text{Mo}(0,36) > \text{Ag}(0,11)$  (в скобках здесь и далее  $\text{т/км}^2$ ). В этом же рекреационном центре по сравнению с почвами лесов произошло уменьшение количества следующих элементов:  $\text{Mn}(-64) > \text{Cr}(-19) > \text{Ga}(-0,2)$ .

По величинам ПОН в результате рассматриваемого процесса наибольшие эколого-геохимические изменения в сравнении с условиями, характерными для лесов, связаны с накоплением Ag, Zn, Pb, P и с выносом Cr и Mn.

В Горячем Ключе с переходом ландшафта лесов в селитебный произошло увеличение количества следующих элементов:  $\text{Ba}(266) > \text{P}(212) > \text{Zn}(31) > \text{V}(6,8) > \text{Sr}(5,3) > \text{Pb}(4,5) > \text{Li}(2,2) > \text{Ni}(0,7) > \text{Sn}(0,5) > \text{Ga}(0,4) > \text{Ag}(0,04)$ . При этом уменьшились количества  $\text{Mn}(-240) > \text{Ti}(-109) > \text{Cr}(-17) > \text{Cu}(-4) > \text{Mo}, \text{Co}(-0,18)$ .

Наибольшие эколого-геохимические изменения при формировании г. Горячий Ключ произошли с увеличением содержаний в почвах Ag, Ba, P, Zn, Pb, а также с уменьшением – Mn, Cr, Mo и Cu.

Сравним теперь геохимический облик почв рассматриваемых курортов с почвами рекреационно-туристических центров мира. В почвах Большого Сочи в более высоких количествах находятся следующие элементы:  $Ti(793) > Mn(143) > P(133) > Zn(123) > V(35) > Ba(21) > Pb(11) > Cr(10) > Cu(8,6) > Ni(4,9) > Li(3) > Co(2,5) > Ga(1,5) > Mo(0,7)$ . В меньших количествах в Большом Сочи находятся  $Sr(-101) > Sn(-0,4) > Ag(-0,07)$ .

Наибольшие эколого-геохимические отличия почв курорта Большого Сочи от почв туристско-рекреационных центров мира связаны с повышенными количествами в почвах курорта Zn, Mo, V, Pb и пониженными – Sr, Ag, Sn.

Почвы Горячего Ключа отличаются от усредненных почв рекреационно-туристических центров повышенными количествами  $Ti(411) > Ba(156) > P(46) > Cr(12) > V(10) > Ni(5,6) > Li(2,7) > Ga(2) > Co(1,6) > Mo(0,18)$ . При этом в почвах г. Горячий Ключ в меньших количествах находятся  $Sr(-121) > Mn(-33) > Zn(-4) > Cu, Pb(-3,4) > Sn(-0,3) > Ag(-0,14)$ .

Наибольшие эколого-геохимические отличия почв г. Горячий Ключ вызваны повышенными содержаниями Ba, Ni, Cr, Ga и Mo, а также пониженными Ag, Sr, Cu и Sn.

Сравнение геохимических особенностей почв Большого Сочи с кларками почв Земли показывает, что в первых повышены количества  $Ti(909) > P(372) > Ba(312) > Mn(308) > Zn(213) > Sr(50) > V(44)Pb(38) > Cu(31) > Li(16) > Co(8,6) > Ni(5,5) > Mo(0,7)$ . В то же время в почвах Большого Сочи в пониженных количествах находятся по сравнению с кларком почв Земли  $Cr(-57) > Ga(-6,8) > Sn(-2,5) > Ag(-0,13)$ .

Из всех вышеперечисленных элементов наибольшее эколого-геохимическое влияние могут оказывать повышенные количества Zn, Pb, Cu, Co и пониженные Cr, Ag, Sn.

В почвах Горячего Ключа по сравнению с кларками почв Земли в повышенных количествах содержатся  $Ti(527) > Ba(446) > P(284) > Mn(132) > Zn(86) > Pb(24) > V(20) > Cu(19) > Li(15) > Co(7,6) > Ni(5,5) > Mo(0,2)$ , а в пониженных –  $Cr(-55) > Ga(-6) > Sn(-2,4) > Ag(-0,2)$ .

Из перечисленных элементов эколого-геохимическое воздействие повышенных концентраций наиболее вероятно для Pb, Zn, Co, Ba, а пониженных – Ag, Ga, Cr.

Весь изложенный материал позволяет сделать следующие выводы:

1. Формирование на месте лесных ландшафтов рассматриваемых курортов шло с наибольшим повышением в почвах практически одних и тех же элементов (Ba, P, Zn, V, Sr). Однако количество (в  $т/км^2$ ) накопившихся металлов в почвах Большого Сочи значительно выше, чем в почвах Горячего Ключа: Zn в 5 раз, Sr – в 4,8, V – в 2,6, P – 1,4. Основное исключение составляет Ba, которого накопилось больше в 1,9 раза в почвах горного курорта.

Элементы, выносимые из почв лесов в наибольших количествах, при создании курортов на побережье и в горах практически одинаковы (Mn, Cr). При этом в горных условиях больше выносилось Mn (в 3,7 раза), а также выносился Ti, который в почвах курортов побережья накапливался.

Наибольшие эколого-геохимические изменения в почвах курортов (по сравнению с почвами лесов) связаны с происходившими в относительно небольших количествах накоплениями Ag, Zn, Pb, а также P и с уменьшением довольно широко распространенных Mn и Cr.

Таким образом, при переходе лесных почв в селитебные (урбопочвы) их геохимический облик стал еще более отличаться от среднего для почв Земли. Элементы, содержание которых в почвах лесов превышало кларк почв Земли, стали накапливаться или остались примерно в тех же количествах (Ba, Co, Cu, Li, Mo, Ni, P, Pb, Sr, V, Zn). Для элементов, находящихся в почвах лесов в пониженных количествах и, в первую очередь, для Mn и Cr, содержание в урбопочвах стало еще меньше.

2. По сравнению с геохимическим обликом почв туристско-рекреационных центров почвы обоих рассматриваемых курортов отличаются существенно повышенной концентрацией Ti (до  $793 \text{ т/км}^2$ ), P и в меньшей степени Cr. Кроме того, на побережье в почвах повышено содержание Mn (до  $143 \text{ т/км}^2$ ) и Zn (до  $123 \text{ т/км}^2$ ), а в почвах горных курортов Ba (до  $156 \text{ т/км}^2$ ).

В почвах рассматриваемых курортов существенно (до  $-121 \text{ т/км}^2$ ) понижено количество Sr. Только в почвах Горячего Ключа незначительно понижено (по сравнению с почвами туристско-рекреационных центров мира) количество Mn ( $-33 \text{ т/км}^2$ ) и Zn ( $-4 \text{ т/км}^2$ ).

Наибольшее эколого-геохимическое различие между почвами курортных зон мира и рассматриваемых курортов Краснодарского края связано с незначительно повышенными содержаниями в Сочи Zn, Mo и V, а в Горячем Ключе – Ba, Ni, Cr, а также с незначительно пониженными Sr, Ag и Sn.

3. Сравнение геохимического облика почв рассматриваемых курортов с почвами Земли показывает преобладание в первых Ti, Ba, P, Mn, Zn, Sr, достигающее до  $900 \text{ т/км}^2$  при некотором недостатке (от  $-57$  до  $-0,1 \text{ т/км}^2$ ) Cr, Ga, Sn и Ag. При этом вероятные эколого-геохимические отличия могут в основном выразиться в повышенных содержаниях Pb, Zn, Co, Ba и пониженных Ag, Cr, Ga и Sn.

*Работы выполнены при частичной финансовой поддержке проекта базовой части госзадания Министерства образования и науки РФ № 1894.*

## Литература

1. Алексеенко В.А. Эколого-геохимические изменения в биосфере. Развитие, оценка / В.А. Алексеенко. М.: Универ. книга; Логос, 2006. 520 с.
2. Алексеенко В.А. Металлы в окружающей среде. Лесные ландшафты Северо-Западного Кавказа / В.А. Алексеенко. М.: Универ. книга, 2008. 264 с.

3. Алексеенко В.А. Металлы в окружающей среде. Оценка эколого-геохимических изменений / В.А. Алексеенко, А.В. Суворинов, Е.В. Власова. М.: Логос, 2012. 216 с.
4. Алексеенко В.А. Химические элементы в городских почвах / В.А. Алексеенко, А.В. Алексеенко. М.: Логос, 2014. 336 с.
5. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах / А.П. Виноградов. М.: Изд-во АН СССР, 1957.
6. Перельман А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман. М.: Высш. шк., 1975. 342 с.
7. Перельман А.И. Геохимия / А.И. Перельман. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш.шк., 1989. 528 с.

**В.А. Алексеенко, Е.В. Власова**

Научно-исследовательский институт геохимии биосферы Южного  
Федерального университета; Морской государственный университет;  
г. Новороссийск

### **ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ ПОЧВ ПРИ СОЗДАНИИ ДАЧ В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ РАЙОНЕ**

Ландшафты дач являются «переходными» между природными (в основном лесными), селитебными и сельскохозяйственными, поскольку сочетают в себе черты всех типов. Как и в сельскохозяйственных ландшафтах, здесь выращиваются и вывозятся с урожаем различные садовые и огородные культуры, однако удобрения, как правило, используются в незначительных количествах. Небольшая по интенсивности и продолжительности воздействия антропогенная нагрузка и существенное преобладание деревьев и кустарников приближают дачные участки региона к ранее существовавшим на их месте лесам. Пребывание дачников в домах, выстроенных на территориях своих участков, вносит в их характеристику черты селитебных ландшафтов.

Для оценки геохимических изменений почв лесов, связанных с созданием на их месте дач, использовались показатели абсолютного (ПАН) и относительного (ПОН) накопления элементов (табл. 1, 2). Первый (ПАН) показывает в  $\text{т/км}^2$  накопление (вынос) массы элементов в данном случае в верхнем 30 см горизонте почв дач. Второй (ПОН) представляет отношение массы накопившегося (вынесенного) элемента к среднему содержанию в исходной системе (в конкретном случае в почвах лесов). Он характеризует значимость происшедших эколого-геохимических изменений с лесными почвами.

Приведенные данные свидетельствуют о существенном изменении геохимического облика почв на дачных участках по сравнению с исходными лесными почвами [1, 2]: накопление до  $1090 \text{ т/км}^2$  и вынос до  $1620 \text{ т/км}^2$ .

Наибольшие эколого-геохимические изменения в большинстве случаев связаны с накоплением Ag, Zn, Sr, Li и выносом Mn, Cr, Ti.

Таблица 1

Показатель абсолютного накопления (ПАН) ряда химических элементов  
в почвах исследованных дачных массивов, т/км<sup>2</sup>

Элемент	Дачный массив							
	Убых	Горный	Майский	Калининск	Горная Мамайка	Лазурн. Долина	Темная Щель	Широкая балка
Ag	0,07	-	0,06	-	0,06	0,05	0,06	0,06
Ba	-	45,0	-138,0	-262,8	-	-157,2	-	298,2
Co	-	-	-	10,6	-	-	-	-3,2
Cr	-19,2	-22,2	-14,7	10,8	-	-22,8	-21,0	-30,0
Cu	-	-	8,7	-	6,7	6,8	-	-4,2
Ga	-	-	0,6	-2,1	0,6	1,4	-	-2,4
Ge	-	-0,38	-	0,35	-	-	-	-0,40
Li	-	3,6	4,8	-	-	3,3	7,2	6,6
Mn	-216,0	-198,0	-345,0	-	-258,6	-358,8	-376,8	-168,0
Mo	-0,66	-0,90	2,61	-	-	3,54	-	-0,40
Ni	-	-3,6	0,9	3,9	-	-	-	-4,2
P	-	163,2	160,2	-	-	-	73,2	569,4
Pb	-2,1	-3,9	-	-	-3,1	-	-4,2	-
Sn	-	-	0,57	-	-	-	0,60	-
Sr	194,4	130,8	-	-	-	-	-	-
Ti	-582	-642	-	1090	-	-	-	-1620
V	-18,6	-25,8	32,7	83,4	31,5	23,7	-	-38,4
W	-	-0,30	0,63	0,48	0,30	0,66	-	-
Zn	39,0	20,4	-	122,4	-	-	57,6	21,0

Таблица 2

Показатель относительного накопления (ПОН) ряда химических элементов  
в почвах исследованных дачных массивов

Элемент	Дачный массив							
	Убых	Горный	Майский	Калининск	Горная Мамайка	Лазурн. Долина	Темная Щель	Широкая балка
Ag	6,84	-	6,00	-	6,00	5,40	6,00	6,00
Ba	-	0,59	-1,80	-3,44	-	-2,08	-	3,70
Co	-	-	-	4,99	-	-	-	-1,50
Cr	-1,45	-1,70	-1,11	0,82	-	-1,65	-1,50	-2,30
Cu	-	-	1,53	-	1,18	1,13	-	-0,70
Ga	-	-	0,32	-1,10	0,32	0,72	-	-1,20
Ge	-	-1,45	-	1,34	-	-	-	-1,40
Li	-	0,70	0,92	-	-	0,61	1,40	1,30
Mn	-1,60	-1,48	-2,27	-	-1,93	-2,48	-2,60	-1,30
Mo	-2,54	-3,46	10,00	-	-	13,60	-	-1,40
Ni	-	-0,75	0,19	0,81	-	-	-	-0,90
P	-	1,78	1,75	-	-	-	0,80	6,20
Pb	-0,5	-0,94	-	-	-0,74	-	-1,00	-
Sn	-	-	1,12	-	-	-	1,20	-
Sr	5,86	3,94	-	-	-	-	-	-
Ti	-0,97	-1,07	-	1,82	-	-	-	-2,70
V	-1,30	-1,80	2,29	5,83	2,20	1,63	-	-2,70
W	-	-1,20	2,52	1,92	1,20	2,54	-	-
Zn	3,17	1,66	-	9,95	-	-	4,70	1,70

## Литература

1. Алексеенко В.А. Эколого-геохимические изменения в биосфере. Развитие, оценка / В.А. Алексеенко. М.: Универ. книга; Логос, 2006. 520 с.
2. Алексеенко В.А. Металлы в окружающей среде. Лесные ландшафты Северо-Западного Кавказа / В.А. Алексеенко, А.В. Суворин, Е.В. Власова. М.: Универ. книга, 2008. 264 с.

**Л.М. Аникина, В.Л. Судаков, О.Р. Удалова, Д.В. Шибанов**

Агрофизический научно-исследовательский институт,  
г. Санкт-Петербург

### **КОНСТРУИРОВАНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ КОРНЕОБИТАЕМЫХ СРЕД ДЛЯ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОЙ СВЕТОКУЛЬТУРЫ**

Использование наиболее распространенных в технологиях светокультуры корнеобитаемых сред (КС): гродана, виллана, верхового торфа, опилок, связано с необходимостью утилизации значительного количества отходов производства, что создает проблемы в защите окружающей среды. Особенно это касается КС – гродана и виллана, утилизация которых является большой экологической проблемой.

Эффективным методом снижения степени негативной нагрузки на окружающую среду в интенсивных технологиях светокультуры является применение способов выращивания растений, предусматривающих значительное уменьшение объема КС на растение. Для этого необходимо создание КС, обеспечивающих благоприятные условия жизнеобеспечения корневых систем растений при выращивании методом малообъемных технологий.

Одним из факторов, обеспечивающих такие условия выращивания растений, является оптимизация содержания в КС водорастворимых органических соединений (ВОС), содержание которых не должно превышать 50 мг/л в пересчете на углерод [1, 2].

Введение в определенной пропорции тонкодисперсной минеральной компоненты (кембрийской глины, или смеси ее с сапропелем) в КС на органической основе (торф, опилки), характеризующиеся высокой биологической активностью, приводит к структурированию почвозаменителей и снижению избыточного содержания (ВОС).

Нанесение на гранулы минеральных КС (гранитный щебень, керамзит, песок) дозированного количества тонкодисперсной органоминеральной ком-

поненты (сапрпель-глина) эффективно для поддержания уровня ВОС в оптимальных пределах при культивировании растений на этих субстратах. Покрытые слоем тонкодисперсной органоминеральной компоненты минеральные гранулы в определенной степени являются аналогом почвенной частицы, на поверхности которой осуществляется интенсивный массо- и энергообмен между ней и корневой системой растений с сопутствующей биотой.

Эффективность разработанных с внесением тонкодисперсной органоминеральной компоненты КС оценивалась по продуктивности выращиваемых на них растений томата сорта Ультрабек в технологиях малообъемной светокультуры [3].

В результате проведенных исследований установлено, что добавление к керамзиту или опилкам компонентов – кембрийской глины, или кембрийской глины и сапрпеля, приводит к оптимальному содержанию ВОС в питательном растворе и увеличению продуктивности растений томата. Продуктивность растений, выращенных на обработанных опилках, увеличилась на 60% по сравнению с продуктивностью растений, выращенных на опилках без обработки, и до 40–80% по сравнению с необработанным керамзитом (таблица).

Зависимость продуктивность растений томата сорта Ультрабек от состава корнеобитаемой среды

Вариант опыта, состав КС	Продуктивность, г/ растение	Продуктивность в пересчете кг/м <sup>2</sup>
1. Керамзит	750 ± 73	15,0
2. Керамзит с пленкой из гумата Na, кембрийской глины и сапрпелем в соотношении 3-2-2	1075 ± 84	21,5
3. Керамзит с пленкой из кембрийской глины + агрофит в соотношении 1-1	1370 ± 98	27,4
4. Торф	880 ± 68,0	17,6
5. Агрофит (торф + кембрийская глина)	1314 ± 95	26,3
6. Опилки	684 ± 75	13,7
7. Опилки с пленкой из кембрийской глины + сапрпель	1108 ± 70	22,2

Созданные субстраты зарекомендовали себя как перспективные КС для использования в малообъемных, снижающих уровень загрязнения окружающей среды, технологиях выращивания растений. В частности, в разработанной нами «матричной» технологии интенсивной светокультуры объемы КС составляют для растений огурца и томата ~ 0,25 л/растение и ~ 0,15 л/растение для зеленных культур [4].

### Литература

1. Аникина Л.М. Органическое вещество корнеобитаемых сред при интенсивном выращивании растений в регулируемых условиях / Л.М. Аникина // Вопросы агрофизики при воспроизводстве плодородия почв. тез. докл. Всерос. конф. СПб, 1994. С. 12–16.



2. Аникина Л.М. Влияние лабильной составляющей органического вещества на продуктивность растений в регулируемых условиях / Л.М. Аникина, О.Р. Удалова, В.Л. Судаков, Д.В. Шибанов, О.В. Эзерина // Продукционный процесс растений: теория и практика эффективного и ресурсосберегающего управления. Труды Всерос. конф. с международным участием. СПб., 2009. С. 61–62.

3. Удалова О.Р. Технологические основы культивирования растений томата в условиях регулируемой агроэкосистемы: автореф. дис. ... канд. с/х наук / О.Р. Удалова. СПб, 2014. 18 с.

4. Судаков В.Л. Производство экологически чистой растительной продукции в условиях антропогенного воздействия на окружающую среду / В.Л. Судаков, Л.М. Аникина, О.Р. Удалова // Проблемы экологии: чтения памяти проф. М.М. Кожова. Матер. Междунар. конф. Иркутск, 2010. С. 470.

### **В.А. Бакарасов**

Белорусский государственный университет, г. Минск

## **ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ МИНСКА**

Промышленные предприятия являются постоянными источниками загрязнения атмосферного воздуха вредными веществами. Загрязнение атмосферы, в свою очередь, приводит к загрязнению почв, вод, растительности и других элементов городской среды, что ухудшает санитарное состояние населенных мест и условий жизни в них населения.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – это территория, отделяющая промышленное предприятие от селитебной (жилой) застройки, где возможно превышение предельно допустимых концентраций для одного или нескольких загрязняющих веществ. Санитарно-защитные зоны предназначены для:

а) обеспечения требуемых санитарно-гигиенических норм содержания в приземном слое атмосферы загрязняющих веществ, уменьшения отрицательного влияния на сотрудников промышленных предприятий, транспортных коммуникаций, линий электропередач, факторов физического воздействия (шум, вибрация, ультразвук, электромагнитные волны и т.д.);

б) создания экологической буферной (переходной) зоны между промышленными и жилыми территориями;

в) организации дополнительных озелененных территорий с целью усиления ассимиляции и фильтрации загрязнителей атмосферного воздуха [1].

Размеры санитарно-защитных зон устанавливаются в соответствии с действующим законодательством, а официальными документами, по которым они проектируются, являются санитарные нормы проектирования промышленных предприятий и строительные нормы и правила. Ширина

СЗЗ определяется в зависимости от класса (токсичности) загрязнителя, типа промышленного предприятия и его размеров. Размер зоны рассчитывается на основе научных материалов и данных по закономерности распространения воздушных загрязнений, наличию в атмосфере процессов самоочищения, а также норм, действующих в Республике Беларусь, предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ. На территории СЗЗ устанавливаются особые планировочные режимы застройки, в частности запрещается размещение жилых домов, лечебных и рекреационных учреждений, детских садов, школ и других мест массового притяжения населения. Проживание людей в СЗЗ, таким образом, не предусматривается, но это правило нередко не выдерживается.

Понятие «санитарно-защитная зона» появилось вместе с активным промышленным строительством. Первоначально предполагалось, что санитарно-защитные зоны будут представлять собой благоустроенную и озелененную вокруг предприятия территорию, на которой не должны будут размещаться жилая застройка, детские и лечебно-профилактические объекты, места массового отдыха населения. Однако в настоящее время все вышеперечисленные объекты вплотную подходят к границам промышленных предприятий. В связи с этим существенно увеличиваются риски для здоровья населения, связанные с постоянным пребыванием вблизи источника загрязнения, с воздействием газопылевых выбросов, шумов, электромагнитных излучений, а также выращиванием сельскохозяйственной продукции на загрязненных землях.

В Минске санитарно-защитные зоны промышленных предприятий и иных объектов вредного воздействия на окружающую среду занимают до 20% площади городской территории [2]. Для оценки реально существующей ситуации с устройством санитарно-защитных зон в Минске, согласно нормативным требованиям были проведены исследования санитарно-защитных зон 26 наиболее опасных в экологическом отношении промышленных предприятий города.

В результате было установлено, что использование территории СЗЗ в ряде случаев отвечает нормативным требованиям. Здесь размещаются преимущественно гаражи, склады, автостоянки, столовые, бани и т.д. Вместе с тем имеет место и несоблюдение санитарных норм. При отсчете от границ промышленных предприятий в СЗЗ некоторых из них размещена жилая застройка, а также детские и лечебно-профилактические объекты (завод строительных материалов, автомобильный, тракторный заводы, ТЭЦ-2, ПО «Минскстройматериалы», рессорный завод и др.). Кроме того, у ряда промышленных предприятий, граничащих друг с другом, отсутствуют санитарно-защитные зоны, или они есть, но меньше установленных норм (ТЭЦ-2, кондитерская фабрика «Коммунарка», завод шестерен).

Наличие жилой застройки в пределах санитарно-защитных зон в некоторых случаях связано не с нарушением санитарных норм, а с несовершенством самой нормативной базы, существовавшей в прошлом. Так, санитарные нормы до 1950-х годов допускали застройку санитарно-защитной зоны жилыми зданиями для аварийного персонала и охраны предприятий. На основе этих документов в пределах промышленного района и возникали многочисленные временные поселки и отдельные капитальные жилые дома, которые размещались обычно рядом с границей предприятия. Не случайно поэтому нарушения санитарных норм отмечены в основном для старых промышленных предприятий.

В целом на территории Минска выделяются три крупных по размерам ареала загрязнения окружающей среды СЗЗ промышленных предприятий, в пределах которых находится жилая усадебная и многоэтажная застройка, учреждения образования и некоторые другие объекты, запрещенные к размещению в СЗЗ. Наиболее крупный юго-восточный ареал, приуроченный к крупнейшим предприятиям машиностроения (прежде всего к тракторному и автомобильному заводам), другим промышленным предприятиям и очистным сооружениям, и южный и центральный, занимающие меньшие по площади территории СЗЗ и приуроченные в основном к СЗЗ вагоностроительного завода, завода медицинских препаратов, авиаремонтного завода, камвольного комбината.

Таким образом, наличие внутри санитарно-защитных зон жилой застройки и других объектов является причиной осложнения экологической ситуации в городе. Вместе с тем СЗЗ не являются универсальным планировочным средством охраны городской среды, поскольку их нормативные размеры не устраняют возможностей превышения допустимых уровней загрязнения за пределами этих зон, что и фиксируется при проведении наблюдений за качеством атмосферного воздуха. Они выполняют лишь функцию защиты населения от наиболее высоких уровней загрязнения. Решение проблемы охраны городской среды в ряде случаев не возможно без вывода из города наиболее опасных в экологическом отношении промышленных предприятий.

## Литература

1. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Гигиенические требования к организации санитарно-защитных норм предприятий, сооружений и иных объектов, являющихся объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду»: Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 78 от 30.06.2009.
2. Городская среда: геоэкологические аспекты: монография / В.С. Хомич [и др.]. Минск: Беларус. навука, 2013. 301 с.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭНДОФЛОРЫ КИШЕЧНИКА ПРИ БЛАСТОЦИСТНОЙ ИНВАЗИИ ЛИЦ, ПРОЖИВАЮЩИХ В ГОРОДЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ**

Широко распространенное состояние дисбиоза кишечника свидетельствует о наметившемся сдвиге в микробном ценозе человека и является отражением экологического неблагополучия внешней среды [3].

Климатогеографические особенности северо-западного региона дают возможность отнести г. Санкт-Петербург к территориям, предъявляющим повышенные требования к адаптационным реакциям населения, проживающего в этом регионе. Экологическая ситуация в регионе определяется структурой промышленных предприятий и особенностью его географического положения. Как показывают исследования, даже при незначительных уровнях техногенных воздействий в организме человека могут развиваться выраженные патогенные состояния.

Микрофлора кишечника является индикатором состояния макроорганизма, и при снижении защитных сил наблюдаются изменения микробиоценоза, заключающиеся в уменьшении количества представителей нормальной микрофлоры и роста условно-патогенной. Среди условно-патогенных микроорганизмов, способствующих возникновению и поддержанию дисбиотического процесса, помимо бактерий и грибов, значительное место занимают кишечные простейшие, которые в небольшом количестве встречаются в кишечнике практически всех здоровых лиц [6].

Известно, что кишечные паразитозы представляют актуальную эколого-медико-социальную проблему. По данным ВОЗ, в России ежегодно регистрируется около 2 млн. больных паразитарными болезнями [4].

На фоне широкой распространенности паразитарных инфекций большое внимание в настоящее время получила протозойная инвазия – бластоцистоз, обусловленная паразитированием в толстой кишке простейших *Blastocystis spp.* Установлено, что, находясь в кишечнике, бластоцисты участвуют в формировании микробиоценоза данного биотопа [2, 5]. При этом способность простейших к заселению той или иной экологической ниши зависит от наличия у бластоцист определенных биологических свойств (антибиотикоустойчивость, синтез токсинов, ферментов защиты и агрессии). В этом плане особый интерес представляют факторы персистенции, позволяющие микроорганизму длительное время сохранять жизнеспособность в организме человека. Влияние факторов внешней среды

модифицирует не только защитные силы макроорганизма, но и изменяет свойства микроорганизмов.

Целью исследования явилось изучение микробиоценоза кишечника при бластоцистозе у лиц, проживающих в экологически неблагополучном Северо-Западном регионе России, а также изучение роли антилактоферриновой активности простейших *Blastocystis spp.*

*Материалы и методы исследования.* Объектами исследования явились бактериальные ассоциации биотопа толстого отдела кишечника 462 обследованных лиц, имеющих различные заболевания желудочно-кишечного тракта и 150 практически здоровых лиц, проживающих в различных районах г. Санкт-Петербурга. Первую группу составили 135 (29,22%) обследованных лиц, проживающих в южных районах города (Кировский район), вторую группу – 151 (32,69%) человек из западного района (Василеостровский район), третью группу – 176 (38,10%) человек – из Курортного района (северный топодом города). Количественную и качественную оценку микроценоза кишечника проводили в соответствии с приказом Минздрава России от 09.06.2003 № 231 «Об утверждении отраслевого стандарта «Протокол ведения больных».

В работе использовали клинические изоляты *Blastocystis spp.*, выделенные у обследованных лиц. Для получения культур простейших использовали среду Surech. Изучение антилактоферриновой активности (АЛФА) выделенных *Blastocystis spp.* проводили фотометрическим методом [1].

*Результаты исследования.* Проведенные исследования показали, что из 462 обследованных жителей города у 327 (70,78%) лиц были выявлены бластоцисты. Исследование пораженности бластоцистами жителей в зависимости от места проживания позволило установить ее неравнозначность в различных климато-экологических районах Санкт-Петербурга. Максимальные цифры инвазированности населения зарегистрированы в экологически неблагополучном Кировском районе, в котором значение этого показателя составило (52,3±0,2%). Следующими по интенсивности зараженности бластоцистами являются жители Василеостровского района (32,7±0,4%), а минимальные величины изучаемого показателя были отмечены для жителей Курортного района города (15,0±0,2%).

Далее была изучена кишечная эндофлора лиц, инвазированных бластоцистами, проживающих в разных по техногенной нагрузке районах города. Анализ микрoэкологических нарушений кишечника в зависимости от места проживания людей показал, что наиболее глубокими дисбиотическими изменениями кишечника страдают жители Кировского района города. У них выявлен дисбиоз кишечника четвертой степени тяжести, характеризующийся глубоким разбалансированием кишечного микробиоценоза с изменением количественных соотношений основных групп микроорганизмов (бифидо-, лактобактерий).

Средние показатели дисбиоза прослеживаются у лиц, проживающих в Василеостровском районе города, а низкие значения дисбиотических нарушений зарегистрированы у жителей Курортного района.

Для изучения персистирующих свойств, направленных на деградацию механизмов резистентности хозяина, проводили выявление АЛФА штаммов *Blastocystis spp.* Из 327 изученных штаммов бластоцист 178 (54,43%) обладали АЛФА.

Дальнейшие исследования показали, что количественные показатели АЛФА бластоцист варьировали в зависимости от района проживания инвазированных людей. В связи с этим исследуемые штаммы были разделены на 3 группы. В 1-ю группу входили бластоцисты, выделенные из фекалий людей, проживающих в Кировском районе города – 145 штаммов, во вторую группу – 103 штамма, выделенных от лиц из Василеостровского района, третью группу составили 79 штаммов бластоцист, выделенные из фекалий лиц Курортного района. Распространенность АЛФА *Blastocystis spp.* в изучаемых группах представлена в табл. 1.

Таблица 1

Распространенность АЛФА у *Blastocystis spp.*

Группы	Район проживания	Общее кол-во штаммов	Кол-во штаммов с АЛФА	%
1	Курортный район	79	53	67,09
2	Василеостровский район	103	41	39,81
3	Кировский район	145	84	57,93

Анализ проведенных исследований показал, что максимальное количество штаммов бластоцист – 145 (57,93%) – было выявлено из фекалий жителей экологически неблагополучного Кировского района. В этом же топодеме города выделенные штаммы простейших обладали наибольшими показателями АЛФА. Анализ изучения показателей изучаемой активности в указанных группах обследуемых лиц представлен в табл. 2.

Таблица 2

Уровень АЛФА *Blastocystis spp.* у людей, проживающих в районах г. Санкт-Петербурга с различной экологической ситуацией

Значения АЛФА (нг/мл)	Группы обследованных					
	Курортный район		Василеостровский район		Кировский район	
	Кол-во штаммов с АЛФА	%	Кол-во штаммов с АЛФА	%	Кол-во штаммов с АЛФА	%
62-156 ± 21,3	41	77,36	25	60,98	18	21,43
157-236 ± 31,8	12	22,64	16	39,02	37	44,05
237-302 ± 36,3	-----	-----	-----	-----	29	34,52

**Выводы.** Выявлены высокие показатели инвазированности простейшими *Blastocystis spp.* жителей г. Санкт-Петербурга. В топодемах города с экологическим неблагополучием (Кировский район) зараженность населе-

ния бластоцистами выше, чем в районах с относительно благополучной экологической ситуацией (Василеостровский, Курортный районы).

Обнаружено, что бластоцистная инвазия сопровождается структурной перестройкой в микробиоценозе кишечника человека. Носительство паразита приводит к нарушениям как в анаэробном, так и в аэробном компоненте микрофлоры.

Антилактоферриновая активность обнаружена у 178 (54,43%) изученных штаммов бластоцист, что свидетельствует о выраженной способности простейших к персистенции. Установлено, что показатели АЛФА бластоцист выше у людей, проживающих в экологически неблагоприятном Кировском районе города.

### Литература

1. Ассоциативный симбиоз / О.В. Бухарин, Е.С. Лобакова, Н.В. Немцева, С.В. Черкасов. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 264 с.
2. Ильина Н.А. Микробиоценоз кишечника человека при бластоцистной инвазии и влияние *Blastocystis hominis* на макроорганизм: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Н.А. Ильина. Саратов, 2005. 41 с.
3. Куваева И.Б. Микрoэкологические и иммунные нарушения у детей / И.Б. Куваева, К.С. Ладодо. М.: Медицина, 1991.
4. Онищенко Г.Г. Заболеваемость паразитарными болезнями в Российской Федерации / Г.Г. Онищенко // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2012. № 6. С. 4–6.
5. Простейшие *Blastocystis hominis* и их влияние на макроорганизм (монография) / под ред. Н.И. Потатуркиной-Нестеровой. СПб.: Наука, 2009. 148 с.
6. Wang K.X., Li C.P., Wang J. Epidemiological survey of *Blastocystis hominis* in Huainan City, Anhui Province, China // World. J. Gastroenterol. 2002. Vol. 8 (5). P. 928–932.

**Н.Б. Валетова, Ю.Л. Кузнецова, О.А. Таранкова, Е.В. Гераськина,  
А.С. Новоселов, И.С. Ильичев, В.Ф. Смирнов, Л.Л. Семенычева**

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

### **ТЕРПИНЕОЛ КАК ЭКСТРАГЕНТ, ОТДУШКА И БАКТЕРИЦИДНЫЙ ПРЕПАРАТ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ РЫБНОГО КОЛЛАГЕНА**

Сосновое масло высокого качества состоит в основном из терпеновых спиртов (~ 96 мас. %), содержащих три структурных изомера терпинеола: α-, β- и γ-терпинеол. Терпинеол и продукты на его основе обладают приятным запахом, а также дезинфицирующими и бактерицидными свойствами [1, 2].

В данной работе предложена новая сфера применения терпинеола с целью максимального использования его качеств – в виде экстрагента при получении рыбного коллагена. В этом случае он сочетает в себе еще свойства отдушки для удаления запаха, а также бактерицидного препарата для коллагеновой субстанции. В частности, для выделения коллагенового ком-

понента из отходов рыбного производства (шкур рыб) используют экстракцию с применением водного раствора уксусной кислоты [3, 4]. В сравнимых условиях была проведена экстракция раствором уксусной кислоты и ее смесью с терпинеолом. Показано, что массовая доля выделенного коллагена составила ~5% в случае как уксусной кислоты, так и смеси уксусной кислоты с терпинеолом в соотношении 2:1 и 4:1. Исследования молекулярно-массовых характеристик коллагена, выделенного во всех трех случаях, также имели близкие параметры: среднечисленная молекулярная масса коллагена ( $M_n$ ) = 150 000–190 000, коэффициент полидисперсности ( $M_w/M_n$ ) = 1.1–1.3.

Отдельными опытами показано, что введение терпинеола и соснового масла подавляет запах коллагеновой субстанции как при введении при экстракции коллагена, так и в экстрагированный водной уксусной кислотой коллаген.

Испытания на биологическую активность (фунгицидность и бактерицидность) показали, что  $\alpha$ -терпинеол в концентрации 5% и сосновое масло проявляют фунгицидные свойства по отношению к грибу *Candida albicans*, а в концентрации 10% – еще и к *Penicillium chrysogenum* (табл. 1). Сосновое масло обладает слабо бактерицидным действием на *Staphylococcus epidermidis*. По отношению к *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli* оно проявляет бактерицидные свойства (табл. 2).

Таким образом, терпинеол предложен в качестве экстрагента коллагена из шкур рыб, исследован на биологическую активность.

Таблица 1

Исследование фунгицидной активности терпинеола

Виды грибов	Степень обрастания материала, балл / зона ингибирования роста грибов вокруг образца (d, мм)		
	$\alpha$ -терпинеола 5%	$\alpha$ -терпинеола 10%	сосновое масло
<i>Aspergillus niger</i>	5/0	5/0	0/27
<i>Aspergillus amstelodami</i>	5/0	4/0	0/26
<i>Penicillium chrysogenum</i>	4/0	0/0	нет роста
<i>Candida albicans</i>	0/10	0/14	нет роста

Таблица 2

Исследование бактерицидных свойств соснового масла

Тест-культура	Диаметр зоны ингибирования, мм	Характеристика препарата
<i>Staphylococcus aureus</i>	18	бактерициден
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	14	слабобактерициден
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10	небактерициден
<i>Escherichia coli</i>	20	бактерициден

Работа выполнена в Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского при поддержке Министерства образования и науки РФ (задание №2014/134, соглашение от 27 августа 2013 г. № 02.В.49.21.0003) с использованием оборудования ЦКП «Новые материалы и ресурсосберегающие технологии» (проект RFMEFI59414X0005).



## Литература

1. Разработка лабораторной технологии кислотно-каталитической гидратации сульфатного скипидара в присутствии ортофосфорной кислоты для получения соснового масла / А.Б. Радбиль, Т.И. Долинский, И.С. Ильичев, А.А. Шалашова, Е.А. Маврина, Л.Л. Семенычева // Вестник Нижегородского университета. 2014. № 4 (1).
2. Получение парфюмерного терпинеола высокого качества методом противоточной кристаллизации / А.Б. Радбиль, Т.И. Долинский, А.С. Новоселов, Е.А. Маврина, А.А. Шалашова, И.С. Ильичев, Л.Л. Семенычева // Известия СПб ГАУ. 2014. Вып. 209. С. 230–240.
3. Воробьев В.И. Использование рыбного коллагена и продуктов его гидролиза / В.И. Воробьев // Известия КГТУ. 2008. №13. С. 55–58.
4. Свойства продуктов гидролиза коллагена / Ю.В. Тихонова, Л.Г. Кривоносова, С.П. Ломакин, Э.С. Филатова, Р.Р. Хабибуллин // Башкирский химический журнал. 2009. № 1. С. 13–152.

**Д.Ю. Воробьева, М.М. Спрыгина, Л.Ф. Щербакова, Н.А. Шилова**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

### **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПОЧВЫ ГОРОДА САРАТОВА ВБЛИЗИ ДОРОГ**

Город Саратов расположен в котловине, окружённой с трёх сторон невысокими горами Приволжской возвышенности: Соколовая, Лысая, Лопатина, Алтынная, Увек. Холмы западной части города покрыты лесом Кумысной поляны. Для Саратова характерны наличие многочисленных оползневых участков и зон близкого залегания подземных вод, плохая проветриваемость воздушного бассейна.

Саратов – многофункциональный центр с многочисленными промышленными, культурными, образовательными учреждениями. В городе развиты машиностроение, нефтяная и химическая промышленности. Большое количество транспорта оказывает огромное влияние на все компоненты окружающей среды [1].

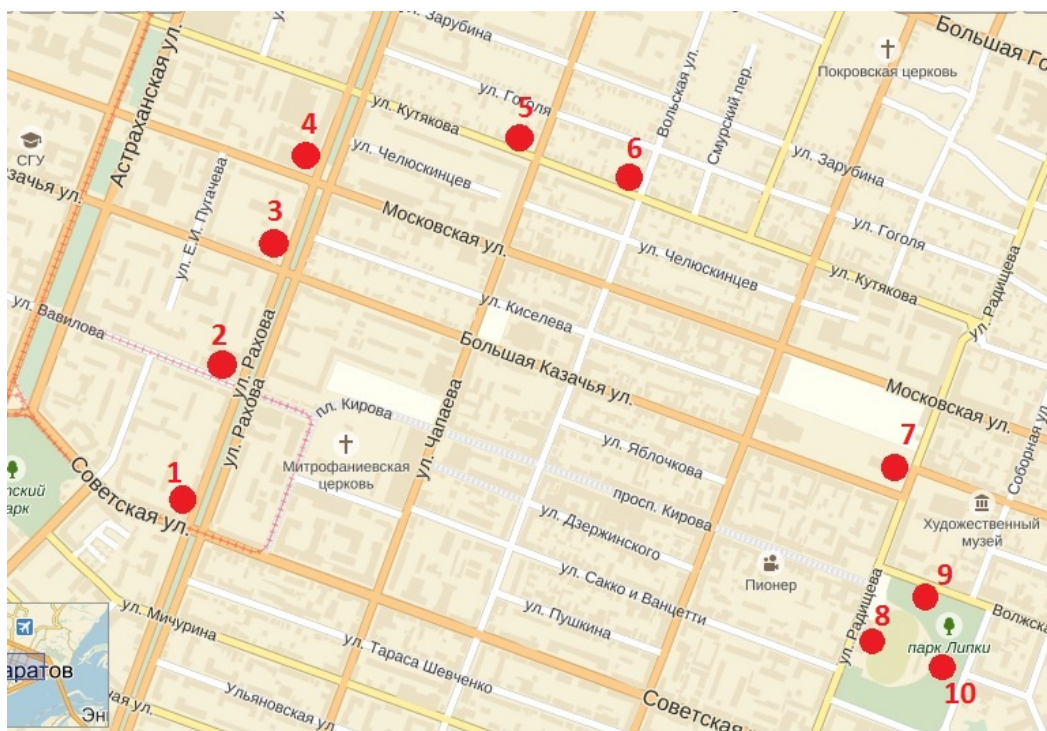
Всего же в областном центре в настоящее время зарегистрировано более 333 тысяч единиц транспорта. Наиболее очевидным следствием продолжающегося роста числа автотранспортных средств является увеличение выбросов, загрязняющих атмосферу города. Помимо химического загрязнения атмосферного воздуха, для транспорта характерны и другие виды негативного воздействия на среду обитания человека. Так, большинство выбросов токсических веществ в городскую среду сосредоточивается на поверхности почвы, где происходит их постепенное депонирование, что ведет к изменению химических и физико-химических свойств субстрата.

В отличие от воды и атмосферного воздуха, почва является наиболее объективным и стабильным индикатором техногенного загрязнения. Почва

четко отражает уровень загрязняющих веществ и их распределение. Одним из факторов ухудшения качественного состояния земельного фонда города Саратова является загрязнение почвы тяжелыми металлами (ТМ). К ним относятся свинец, медь, цинк, никель, кадмий, ртуть. В Саратове преобладающими компонентами являются свинец и кадмий, в меньшей степени – цинк, медь и никель.

ТМ являются очень удобными индикаторными веществами при изучении загрязнения почв в силу того, что они довольно распространены, сравнительно легко определяются, большинство из них неподвижны или слабо подвижны в верхнем слое (0–10 см) почвы.

Для определения количества тяжелых металлов в почве были отобраны образцы в почве города Саратова (рисунок):



Отбор проб проводился в точках города с преобладанием автотранспорта в нескольких метрах от проезжей части, а именно центр города Саратова, где за день наблюдается очень плотный поток автотранспорта. Контрольная проба была взята на Кумысной поляне, окаймляющей Саратов с запада. Отбор проб осуществляли в соответствии с ГОСТом 17.4.4.02-84 [2].

Привязка проб почв осуществлялась с помощью прибора спутникового позиционирования GPS. Отбор проб производили методом «конверта» при смешивании пяти частных проб, взятых с одной пробной площадки.



1. Рахова, 91/101; 2. Рахова, 131; 3. Рахова, 149/157; 4. Рахова, 152; 5. Кутякова, 72;
6. Кутякова, 52; 7. Радищева, 39 (Театральная площадь); 8. Радищева, 22 (парк «Липки»); 9. Ул. Волжская (парк «Липки»); 10. Ул. Соборная пл. (парк «Липки»);
11. 2-я Садовая, 23а (ПКиО им. Горького); 12. Чернышевского, 83 (ПКиО им. Горького);
13. Чернышевского, 89; 14. Чернышевского, 97; 15. Чернышевского, 107;
16. Чернышевского, 123; 17. Чернышевского, 137; 18. Чернышевского, 143 (р-н Саратовского комбикормового завода); 19. Чернышевского, 116а (р-н Саратовского комбикормового завода); 20. Чапаева, 29; 21. Чапаева, 2;
22. Контрольная проба – Кумысная поляна

Масса каждой объединенной пробы составляла 1 кг. Лабораторный анализ почвенных образцов был осуществлен в химической лаборатории СГТУ имени Гагарина Ю.А. После высушивания проб почв в лаборатории до воздушно-сухого состояний, их просеивали через сито с диаметром отверстий 1 мм, прокаливали в течение 1 часа при  $t=105^{\circ}\text{C}$  и определяли валовую форму тяжелых металлов в почве [3].

Анализ проб осуществлялся на приборе со спектрометрической камерой, наполненной воздухом СПЕКТРОСКАН МАКС-G. В приборе используется источник первичного рентгеновского излучения для облучения анализируемого объекта. Результаты эксперимента показаны в таблице.

Анализ результатов показал, что содержание никеля и меди не превышают ПДК во всех пробах. Наиболее загрязненными являются образцы 8 (Радищева, 22 (парк «Липки»)), 9 (Ул. Волжская (парк «Липки»)), 16 (Чернышевского, 123), 17 (Чернышевского, 137). В образце 8 содержание цинка превышает ПДК более чем в 2 раза, мышьяка – более чем в 6 раз и свинца – почти в 3 раза.

В образце номер 9 превышение ПДК составляет: цинка – в 2,5 раза, мышьяка – в 2,2 раза, свинца – приблизительно в 9 раз. Следует отметить значительное содержание свинца в образце номер 16 (превышение ПДК почти в 21 раз) и цинка – в образце 17 (превышение ПДК в 10 раз). Максимальное превышение ПДК по мышьяку в образце 4 (Рахова, 152) составляет приблизительно 12 раз. Содержание цинка, мышьяка и свинца существенно превышают допустимые концентрации практически во всех образцах.

### Результаты анализа проб почвы

Место отбора	Me, [мг/кг]				
	Ni	Cu	Zn	As	Pb
1	36,6	39,7	118	14,6	35
2	22,4	25,5	62	12,2	9,3
3	30,4	32,1	120	13,8	39,3
4	39,9	40,1	78	23,5	15,09
5	23,2	25,6	131	3,2	54,3
6	35,1	35,3	127	6,6	40,6
7	33,5	34,9	91	17,03	26,2
8	29,5	32,3	215	13,03	58,9
9	23,8	26,6	262	4,4	176
10	39,4	39,7	126	10,5	70,2
11	40	37,1	131	12,2	39,1
12	30	29	88,8	4,5	56,3
13	26,9	29,4	157	3,8	65,2
14	25,4	27,4	108	13,4	21,14
15	34,9	32,5	214	4,8	75,2
16	26,6	26,6	174	11,7	425
17	21,8	23,7	1020	6,9	27,5
18	34,4	33,8	143	9,9	22,2
19	31,5	32,5	125	5,5	35,7
20	27,9	32,7	105		21,6
21	26,5	28,8	165	4,7	35,7
22	20	21	51	9,5	13
ПДК, [мг/кг]	85	55	100	2	20

Для ликвидации последствий загрязнения почв тяжелыми металлами используются ряд приемов. На сильно поврежденных почвах вблизи заводов и дорог ТМ удаляют из загрязненного слоя (10–30 см) путем перевода их соединений в подвижную форму и дальнейшего промывания раствором  $\text{FeCl}_3$  в кислой среде. Однако механическое перемещение и промывка достаточно дороги, поэтому целесообразно использовать более дешевые способы, например, внесение веществ-инактиваторов. Защитным эффектом обладает и известкование почв. Наиболее экологичными являются способы, использующие природные сорбенты [4].

### Литература

1. Экологическое состояние города Саратова [Электронный ресурс]: Федеральный портал. – Режим доступа: <http://www.protown.ru/russia/obl/articles/6114.html>.
2. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почва. Методы отбора и подготовки почв для химического, бактериологического и гельминтологического анализа. М.: Минздрав России, 1999. 58 с.
3. Методические указания МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. М.: Санэпидиздат, 1999. 26 с.
4. Савич В.И. Использование новых методов очистки урбанизированных почв от тяжёлых металлов / В.И. Савич, С.Л. Белопухов, Д.Н. Никиточкин, А.В. Филиппова // Биологические науки. 2013. № 6 (44). С. 203.

**ДИНАМИКА ПЛОТНОСТИ ВЫБРОСОВ  
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ  
КРУПНЫХ ГОРОДОВ БЕЛАРУСИ**

Качество атмосферного воздуха в первую очередь определяется содержанием в воздухе загрязняющих веществ. Содержание этих веществ обусловлено совместным влиянием выбросов в атмосферу от природных и антропогенных источников, поступлением с межрегиональным и трансграничным переносом, фотохимическими превращениями в атмосфере [1]. Экологическое состояние воздуха влияет на природные компоненты, а также на продолжительность жизни и здоровье населения, наносит экономический ущерб хозяйству страны. О степени существующего давления вредных веществ, поступающих в атмосферу, на окружающую среду и здоровье населения, свидетельствует количество выбросов от различных источников, в том числе на единицу площади. Оценка выбросов загрязняющих веществ в воздух представляет сложную задачу из-за многообразия источников, сложности состава выбросов, фотохимических и других процессов, происходящих в атмосфере.

Мониторинг состояния атмосферы проводится в 18 промышленных центрах Беларуси. Регулярными наблюдениями охвачены территории, на которых проживает 81,3% населения крупных и средних городов республики.

Крупными научными центрами, где ведутся исследования качества атмосферного воздуха, являются ГНУ «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси», РУП «БелНИЦ «Экология», Институт леса Национальной академии наук и др. Для изучения загрязнения атмосферного воздуха городов использованы данные Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Национального комитета статистики РБ [2-4].

Исследование характера территориального распространения загрязнителей охватывало один период: 2009-2013 гг. Для рассматриваемого периода определяли среднегодовые показатели загрязнения атмосферы валовыми выбросами от стационарных источников на единицу площади для крупных городов Беларуси и среднегодовую загрязненность по городам. Территориальная дифференциация загрязнения в период исследований выражалась через значения стандартного отклонения. Выделялись города с различным уровнем поступления загрязнителей на единицу площади.

Анализ пространственно-временной изменчивости плотности выбросов показал, что 78,6% крупных городов Беларуси характеризуются пониженным уровнем выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников на единицу площади, 7,1% – средним уровнем, 14,3% – высоким уровнем. Плотность выбросов варьирует от 12,7 т/км<sup>2</sup> до 541,9 т/км<sup>2</sup>. Зна-



чительным уровнем техногенной нагрузки на единицу площади отличаются Солигорск и Новополоцк. Рассматриваемые города занимают небольшую площадь, но объем выбросов предприятий в воздух значителен. Крупнейшим источником загрязнения атмосферы в Солигорске является ПО «Беларуськалий» – одним из крупнейших в мире и самый крупный на территории СНГ производитель и поставщик калийных минеральных удобрений. Предприятие выпускает каждую 7 тонну хлористого калия, производимого в мире, который поставляется более чем в 50 стран.

В Новополоцке значительный вклад в загрязнение атмосферы вносит теплоэнергетика, предприятия нефтеперерабатывающей и химической промышленности.

В столице Беларуси – Минске – находится более 1300 предприятий, осуществляющих эмиссию загрязняющих веществ в воздушный бассейн города. Основными источниками эмиссии выбросов являются филиал РУП «Минскэнерго» «ТЭЦ-3», РУП «Минский автомобильный завод», РУП «Минский тракторный завод», ОАО «Минский завод отопительного оборудования» и др. [5].

Для снижения поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух необходимо совершенствовать технологию производства и методы очистки газопылевых выбросов, организовывать и благоустраивать санитарно-защитные зоны предприятий, увеличивать озелененность территории.

### Литература

1. Какарека С.В. Управление качеством воздушной среды и целевые показатели содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе / С.В. Какарека // Природопользование. 2008. Вып. 14. С. 5-10.
2. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь, 2009: стат. сб. Минск, 2010. 230 с.
3. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь, 2011: стат. сб. Минск, 2012. 255 с.
4. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь, 2012: стат. сб. Минск, 2013. 255 с.
5. Козловская Л.В. Социально-экономическая география Беларуси. Ч. 3 / Л.В. Козловская. Мн.: БГУ, 2005. 113 с.

**Е.В. Гераськина, Е.П. Чухманов, А.А. Мойкин, Л.Л. Семенычева**

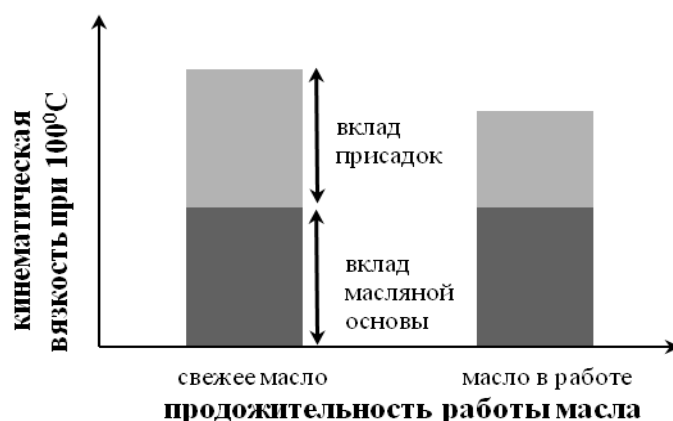
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

### **УВЕЛИЧЕНИЕ РЕСУРСА СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ КАК ПОДХОД К СНИЖЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА СОВРЕМЕННЫЕ УРБОСИСТЕМЫ**

При рассмотрении вопроса экологии современных городов нельзя не обратить внимание на то, какую колоссальную нагрузку со стороны транс-

портных техногенных систем она испытывает. Наряду с большим количеством угарного и углекислого газа, канцерогенов и тяжелых металлов, входящих в состав продуктов сгорания топлив [1], урбоэкология сталкивается с огромным количеством отработанного моторного масла, замена которого осуществляется для каждого автотранспортного средства ежегодно.

Одним из подходов к решению данного вопроса может являться разработка подходов к увеличению ресурса смазочных масел, основными показателями качества которых являются вязкость, определяющая смазывающую способность, качество распределения масла по поверхности трения, потери энергии на трение и износ двигателя [2]. На рисунке графически отражена потеря эффективности работы масла при срабатывании присадок.



Потери вязкости масла при срабатывании пакета полимерных присадок

Решение данного вопроса чрезвычайно актуально, так как программ по утилизации отработанных моторных масел на сегодня не разработано, а мониторинг нанесенного экологического вреда, в равной степени как и мероприятия по восстановлению экосистемы, не проводятся.

В этой связи с целью увеличения ресурса масел нами предложено использование в качестве модификаторов вязкости масел новых более устойчивых к деструкции полимеров — композиционно-однородных сополимеров алкоксиолефинов и алкил(мет)акрилатов [3–5], гомополимеры которых находят применение в качестве загущающих присадок [6].

Для синтеза сополимеров алкоксиолефинов, таких как винил-н-бутиловый (ВБЭ) и винил-изобутиловый эфир (ВиБЭ), не склонных к гомополимеризации в условиях радикального инициирования, предложено проведение синтеза сополимеров в режиме компенсационной сополимеризации в условиях кипящего мономера [7].

По данным ИК- и ЯМР-спектроскопии, данные сополимеры практически в равной степени включают звенья обоих сомономеров на протяжении всего времени синтеза. В результате, имея в составе равномерно распределенные звенья различных мономеров, присадки обладают хорошей растворимостью в минеральных и синтетических маслах. Уже в количестве 5 масс.% полученные сополимеры позволяют улучшить вязкостные харак-

теристики масла. В таблице представлены результаты по загущению синтетической масляной основы сополимерами алкоксиолефинов с буталакрилатом (БА). В качестве коммерческого аналога выбрана акрилатная присадка ПМА «В-2».

Характеристики диоктилсебацата, загущенного полимерными присадками

Тип присадки	Концентрация, масс. %	Вязкость раствора при 100°C, *10 <sup>6</sup> м <sup>2</sup> /с		Степень деструкции, %
		до нагрузки	после нагрузки	
-		3,230		
БА-ВиБЭ	5	5,695	4,923	14
БА-ВБЭ	10	6,050	5,627	7
ПМА «В-2» <sup>®</sup>	3–7	12,410	4,840	60–80

Устойчивость полимеров к термомеханической деструкции была оценена по изменению кинематической вязкости загущенного масла до и после нагрузки, имитированной посредством ультразвукового облучения [8]. Таким образом, показано, что ввиду высокой устойчивости к деструкции предлагаемые модификаторы вязкости способны в значительной степени увеличить ресурс масла, что напрямую будет способствовать снижению объемов образующихся отходов нефтепродуктов.

*Работа выполнена в Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского при поддержке Министерства образования и науки РФ (задание №2014/134, соглашение от 27 августа 2013 г. №02.В.49.21.0003) с использованием оборудования ЦКП «Новые материалы и ресурсосберегающие технологии» (проект RFMEFI59414X0005).*

## Литература

1. Зотов Л.Л. Экологическая безопасность автомобилей: учеб. пособие / Л.Л. Зотов. СПб: СЗТУ, 2005. 115 с.
2. Сафонов А.С. Химмотология горюче-смазочных материалов / А.С. Сафонов, А.И. Ушаков, В.В. Гришин. СПб.: НПИКЦ, 2007. 488 с.
3. Семенычева Л.Л. Влияние молекулярной массы на свойства сополимеров винилбутилового эфира и алкил(мет)акрилатов как загущающих присадок к нефтяным маслам / Л.Л. Семенычева, Е.В. Гераськина, О.А. Казанцев и др. // Журнал прикладной химии. 2014. Т. 87. № 2. С. 244–249.
4. Гераськина Е.В. Модификаторы вязкости на основе сополимеров винилизобутилового эфира для смазочных масел / Е.В. Гераськина, Ю.О. Маткивская, Е.П. Чухманов и др. // Журнал прикладной химии. 2014. Т. 87. № 11. С. 1609-1614.
5. Семенычева Л.Л. Влияние молекулярной массы сополимеров винилбутиловый эфир – смесь сложных эфиров спиртов фракции С8-С10 и акриловой кислоты на их загущающее действие и устойчивость к механической деструкции в минеральных маслах / Л.Л. Семенычева, Е.В. Гераськина, О.А. Казанцев и др. // Нефтепереработка и нефтехимия. 2013. № 11. С. 32-34.
6. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости / под ред. В.М. Школьников. М.: Техинформ, 1999. 596 с.



7. Семенычева Л.Л. Сополимеры бутилакрилата с винилакриловыми эфирами как загущающие присадки к маслам / Л.Л. Семенычева, Е.И. Богатова, В.В. Винс // Журнал прикладной химии. 2008. Т. 81. № 9. С. 1563–1566.

8. ГОСТ 6794-75 Масло АМГ-10. Технические условия.

**В.В. Гнездилова, Д.А. Рубан**

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

## **НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА В КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДАХ**

В России имеется целый ряд крупных промышленных городов, таких как Екатеринбург, Красноярск, Челябинск и т.д. Особенности постиндустриальной экономики и процессы глобализации способствуют возникновению новых вызовов, в т.ч. связанных с экологическими последствиями развития туризма в таких городах.

Промышленное развитие на современном этапе невозможно без тесной коммуникации в пределах бизнес-сообщества, обмена опытом и новыми идеями, повышения профессиональной квалификации и т.п. Это означает, в частности, что успешные промышленные города имеют большой потенциал для становления в качестве центров делового туризма и конгрессно-выставочной деятельности, развитие которых несет неоспоримые социально-экономические выгоды [1]. Повышение эффективности в промышленном секторе экономики неизбежно приводит к высвобождению производственных площадей и трудовых ресурсов. Связанные с этим проблемы может решить (по крайней мере, частично) туристическая деятельность, предполагающая своего рода перепрофилирование/диверсификацию городской экономики, и/или развитие т.н. промышленного туризма. В этом плане успешным можно считать опыт городов региона Рур в Германии [4], где полностью или частично закрытые объекты угледобывающей и сталелитейной промышленности, располагающиеся на территории с высокой степенью урбанизации, с недавнего времени успешно используются в туристических целях.

Представляется, что в ряде случаев развитие делового и промышленного туризма может идти параллельно и даже в тесной взаимосвязи. Так, действующие индустриальные объекты могут быть открыты для проведения экскурсий, что продемонстрирует производственную и инновационную активность и будет способствовать продвижению позитивного образа города. Последнее важно для повышения инвестиционной привлекательности. Внешняя открытость промышленного объекта также должна способствовать улучшению производственной дисциплины и условий труда.

Однако вышеуказанные возможности развития туризма в крупных промышленных городах могут иметь далеко идущие экологические последствия. В случае с деловым туризмом возникает потребность в реорганизации городской среды, строительстве новых объектов, что, по сути, означает появление дополнительного фактора антропогенного воздействия на окружающую среду. Кроме того, деловой туризм связан с интенсификацией движения транспорта и, как следствие, атмосферным загрязнением, а также увеличением количества бытовых отходов. Возможно и косвенное воздействие. Так, для отдыха бизнес-туристов (или его сочетания с деловыми переговорами) целесообразно сооружение спортивно-рекреационных объектов. Однако некоторые популярные виды рекреации такой направленности (например, спортивная стрельба) могут оказывать крайне негативное воздействие на окружающую среду с долговременным эффектом [3].

Много из сказанного выше относится и к развитию промышленного туризма в городах, однако у последнего есть и специфические особенности. Во-первых, перепрофилирование промышленных объектов для использования в туристических целях означает, в том числе, изменение культурного компонента окружающей среды; при этом есть риск повреждения и даже разрушения последней. Возникновение различной «культурной» напряженности в связи с развитием туризма является достаточно распространенным явлением [2]. Во-вторых, полное или частичное открытие действующих производств для посещения повышает риск технологических сбоев, экологические последствия чего могут быть весьма значительными. Наконец, в-третьих, использование прекративших деятельность промышленных объектов в целях туризма означает, по сути, не снятие экологической нагрузки и частичный возврат окружающей среды к ее естественному (или хотя бы равновесному) состоянию, а видоизменение этой нагрузки. В случае сохранения промышленных зданий и сооружений под вопросом может остаться также устранение ряда проблем, связанных с ранее имевшим место загрязнением, т.к. их успешное решение может потребовать демонтажа конструкций, которое не выгодно с точки зрения туризма. Иными словами, вполне вероятна ситуация, когда развитие промышленного туризма или «законсервирует», или даже усилит воздействие на окружающую среду.

Все сказанное выше означает, что развитие туризма в крупных промышленных городах, хотя и следует современным тенденциям социально-экономического прогресса, вовсе не означает оптимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду. Более того, оно ведет к возникновению новых экологических проблем. Безусловно, адекватными ответами на этот вызов являются тщательное планирование городской среды, а также экологический контроль реализации туристических инициатив.

*Авторы выражают благодарность д-ру В. Риграфу (ФРГ) за помощь с литературой и обмен мнениями.*

## Литература

1. Быстров С.А. Организация туристской деятельности / С.А. Быстров. М.: ФОРУМ, 2013. 400 с.
2. Лысикова О.В. Современный туризм в условиях глобальной политики / О.В. Лысикова // Проблемы управления социально-экономическими системами: сб. науч. тр. Саратов: СГСЭУ. 2008. Вып. 2. С. 138–151.
3. Alloway B.J. Sources of Heavy Metals and Metalloids in Soils / B.J. Alloway // In: Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability. Dordrecht: Springer, 2013. P. 11–50.
4. Wrede V. GeoRoute Ruhr-a Network of Geotrails in the Ruhr Area National GeoPark, Germany / V. Wrede, V. Mugge-Bartolovic // Geoheritage. 2012. V. 4. P. 109–114.

**Н.В. Горькова, Н.Б. Мануйлова, Е.М. Мессинева**

МАТИ-РГТУ имени К.Э. Циолковского, г. Москва

### **ПРОБЛЕМЫ РЕЦИКЛИНГА И ПЕРЕРАБОТКИ ИЗНОШЕННЫХ ШИН**

Ежегодно в мире производится около 1,4 млрд. покрышек, при этом в среднем подвергается рециклингу (утилизируется) всего около 20%. В странах Западной Европы и США этот показатель достигает 80%, а в некоторых странах, например в Финляндии, практически составляет 100%. В РФ в среднем объем рециклинга изношенных шин не превышает 5-7% от объема их ежегодного производства.

В настоящее время существуют следующие варианты обращения с изношенными шинами: рециклинг (восстановление), переработка с получением регенерата, переработка в крошку, пиролиз, сжигание и захоронение на свалках. Рассмотрим их подробнее.

Под рециклингом (восстановлением) шины понимается ее капитальный ремонт, при котором обновляются как протектор шины, так и боковина с целью продления срока эксплуатации автопокрышек.

Рециклинг является весьма экологичным способом, при котором может быть повышен срок эксплуатации шины. С одной стороны, это ведет к уменьшению количества отходов, с другой – к экономии ресурсов, т.к. для восстановления шины необходимо в среднем около 5 л сырой нефти, а для производства новой автопокрышки – 35 л.

Следует указать, что восстановленные шины пользуются популярностью в европейских странах, прежде всего, для автомобилей экономного и среднего класса, причем, например, в этом классе в Германии спрос превышает предложение. Восстановленные шины автомобилей более высокого класса, напротив, не пользуются спросом. Новые автомобили этого класса оборудованы соответственно новыми автопокрышками.

Для обеспечения требуемого количества и безопасности эксплуатации восстановленных шин они могут подвергаться рециклингу не более двух раз.

Измельчение (размол) отходов резины является самым простым способом переработки, поскольку позволяет максимально сохранить физико-механические и химические свойства материала. Получаемую резиновую крошку можно перерабатывать в различные строительные материалы (битумно-резиновые мастики для антикоррозионной защиты различных сооружений, гидроизоляционные и кровельные рулонные материалы), эффективно использовать в качестве компонента материалов для дорожных покрытий, применять для изготовления химически стойкой тары, некоторых технических материалов и для других целей. При этом необходимо помнить, что битумные материалы обладают потенциальной канцерогенной опасностью.

Утратившие свою потребительскую ценность автопокрышки, являющиеся изделиями из вулканизированной упругой и эластичной резины, можно обрабатывать с получением пластичного продукта – регенерата, пригодного для использования в сырьевых резиновых смесях производств резиновых технических изделий. При регенерации автомобильной покрышки среднего размера может быть возвращено около 10 кг каучукового вещества.

Перед регенерацией резиновые отходы измельчают в крошку, отделяют от нее текстильную ткань, после чего крошку смешивают с добавками-мягчителями и активаторами процесса девулканизации, способствующими переходу резины в пластичное состояние.

Продукт, получаемый в результате девулканизации, – девулканизат имеет в своей структуре большое число ненасыщенных двойных связей, что объясняет способность к вулканизации приготовленного на его основе регенерата. Металлсодержащие отходы регенератных производств (например, бортовые кольца автопокрышек) могут быть использованы в черной металлургии. Из текстильных отходов можно делать плиты для тепловой и звуковой изоляции, набивку для мебели и т.д.

В результате пиролиза измельченных автомобильных шин при 593–815°C можно получать жидкие углеводороды, используемые в качестве топлива, и твердый остаток, который можно использовать вместо сажи для производства резиновых технических изделий.

При двухстадийном высокотемпературном (900–1200°C) пиролизе автомобильных покрышек можно получать сажу для нужд резиновой промышленности, шинный кокс с высокой адсорбционной способностью (в частности, по ионам тяжелых металлов при их извлечении из промышленных сточных вод), горючий газ и сырье для черной металлургии.

Сжигание обычно производят в цементных печах и на теплоэнергоцентралях. Этот процесс необходимо проводить при температуре выше

1100°C, т.к. в противном случае образуются такие высокотоксичные вещества, как хлорированный диоксин и фуран.

Для защиты окружающей среды установки по сжиганию использованных шин должны быть снабжены дорогостоящим оборудованием, ограничивающим выброс вредных веществ в атмосферу. Требуемые для этого большие капиталовложения снижают экономическую ценность изношенной автопокрышки как энергоносителя.

К сожалению, чаще всего изношенные шины легально или нелегально хранятся как на смешанных свалках с другими отходами, так и на свалках, предназначенных исключительно для использованных автопокрышек. Число хранящихся во всем мире на свалках шин оценивается в миллиард штук. Недостаток альтернатив по переработке шин приводит к увеличению количества шин, хранящихся на свалках.

Против вывоза на свалку изношенных шин имеются экономические, технические и экологические причины.

Вследствие захоронения на свалке использованные шины извлекаются из экономического оборота и в связи с этим не могут быть использованы для дальнейшей переработки. Данный способ использования шин может быть приравнен к уничтожению ресурсов.

Изношенные автопокрышки в силу своих свойств являются продуктом, в принципе не подходящим для захоронения. Контакт шин с дождевыми осадками и грунтовыми водами сопровождается вымыванием ряда токсичных органических соединений: дифениламина, дибутилфталата, фенантрена и т.д. Все эти соединения попадают в почву. Разложение шины в земле длится более 100 лет. Форма шин и специфичный вес из-за кавитации не допускают регулируемого уплотнения свалки.

В изношенных автопокрышках из-за их формы собирается дождевая вода. Черный цвет шин ведет к их сильному нагреванию под влиянием солнечных лучей, которое сохраняется в резине в течение долгого времени. Таким образом, свалки шин образуют идеальное место для размножения паразитов, например, moskitov. В связи с тем, что данные насекомые могут передавать болезни, свалки представляют собой недооцененную опасность для здоровья людей. Негативно влияют свалки шин и на ландшафт. Экстенсивное захоронение изношенных покрышек ведет в последние десятилетия к дефициту имеющейся площади свалок. В случае дальнейшего захоронения шин площадь под них скоро будет исчерпана.

Проблема захоронения большого количества изношенных автопокрышек не решена до сих пор. Необходимо усиленно развивать технологические процессы их рециклинга и переработки.

## Литература

1. Кривошеин Д.А. Системы защиты среды обитания. Т. 2 / Д.А. Кривошеин, В.П. Дмитренко, Н.В. Федотова. М.: Академия, 2014.

2. Родионов А.И. Техника защиты окружающей среды / А.И. Родионов, В.Н. Клушин, Н.С. Торочешников. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Химия, 1989.
3. Мануйлова Н.Б. Канцерогенная опасность битумсодержащих кровельных материалов / Н.Б. Мануйлова, Е.М. Мессинева // Сб. научных трудов МАТИ. Вып. 19 (91). 2012. С. 346–350.

**Г.Н. Гребенюк<sup>1</sup>, Г.К. Ходжаева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ЗАО «Тюменский научно-исследовательский институт нефти и газа»;

<sup>2</sup>Нижевартовский государственный университет

## **ТОКСИЧНОСТЬ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ**

Интенсивность прямого токсического воздействия нефти на живые организмы определяется ее химическим и фракционным составом, сильно различающимся не только в различных месторождениях, но и при извлечении из различных нефтеносных пластов одного и того же месторождения.

Химический состав нефти сложен и включает множество классов химических соединений, из которых одни – весьма токсичны, а другие являются стимуляторами роста растений и животных. Содержащиеся в нефти моноядерные ароматические углеводороды не только весьма токсичны для всего живого, но и канцерогенны, а нафтеновые кислоты стимулируют рост растений [6].

Следует отметить, что нефтяное загрязнение не всегда влечет за собой полную или частичную гибель растений. При небольшой степени загрязнения (до 1,0% нефти в почве) и благоприятных условиях для биологического разложения нефти гибели растительности может и не наблюдаться.

Высокие концентрации нефти подавляют жизнедеятельность микроорганизмов. Согласно литературным данным, численность микроорганизмов меняется за счет увеличения валовой численности углеводородокисляющих микроорганизмов. При увеличении концентрации нефти до 2% происходит постепенное снижение численности микроорганизмов в почве, в то же время при дальнейшем увеличении концентрации нефти до 2,5% происходит некоторое увеличение численности микроорганизмов [7].

В условиях нефтяного загрязнения изменяются окислительно-восстановительные свойства почвы, повышается ее восстановленность и снижается ее окислительный потенциал, что подтверждают данные об уменьшении количества кислорода в почве и создании низкого окислительного потенциала.

Значительная часть нефти, разлитой при авариях, впитывается в грунт. Объем нефти, поглощаемой грунтом, зависит от типа почв, их порозности, дренированности и водонасыщенности.

Schwendinger (1968) показал, что хорошо дренированные почвы способны сорбировать количество нефти, составляющее до 1/3 их предельной влагоемкости. А нерастворимые в воде гуминовые и фульвокислоты, которыми так богаты торфяные почвы, способны необратимо связывать нефть в количестве до 2% от своей массы [2].

При аварийных разливах нефть быстро растекается по поверхности, проникновение в почву не превышает 20 см на повышениях и 40 см – в ложбинах. Основное ее количество (90%) находится в 15-сантиметровом слое. В переувлажненных песчаных почвах глубина проникновения нефти обычно не превышает 15 см, причем 90% ее остается в слое 0-10 см [3].

Особенностью нефти как загрязнителя является постоянное наличие спутников, без которых нефть в природе не существует, таких как пластовые воды. Попадание их в окружающую среду нередко оказывает более сильное негативное воздействие, чем сами углеводороды.

Самотлорское месторождение нефти, расположенное в Ханты-Мансийском автономном округе Тюменской области в 10 км к северу от г. Нижневартовска, является одним из крупнейших в мире. Его площадь составляет более 2600 км<sup>2</sup> [4]. Месторождение расположено преимущественно на озерно-ингрессионной террасе р. Оби, в ее тыловой северной части, примыкающей к Аганскому материку – на отметках 47-76 м, в Приобской и Привахской (южной) частях спускаясь до отметок 42–52 м. Терраса почти сплошь заболочена и покрыта слабо выпуклыми торфяниками средней мощностью 2-4 м в центральной части.

В литологический состав грунтов на территории месторождений Нижневартовского района в основном входят: песчаные грунты, пески мелкие и пылеватые с прослоями супесей и суглинков, глинистые грунты, глинистые грунты в пределах небольших мерзлых массивов, чередующиеся с тальми грунтами (с температурами, близкими к 0°C). Наблюдаются также торф и сильнооторфованные грунты [1].

По лесорастительному районированию рассматриваемая территория относится к подзоне северной тайги таежной зоны Западно-Сибирской равнины.

Болота на территории месторождения преимущественно верхового типа. Верховые болота однообразны по составу растительных сообществ и различаются лишь формой комплексности.

В процессе интенсивного освоения территории Самотлорского месторождения ландшафтные комплексы претерпели значительные изменения. Строительство объектов добычи и транспорта нефти сопровождалось вырубкой лесных массивов, перемещением значительных объемов минерального грунта, загрязнением территории нефтепродуктами.

Вследствие химического загрязнения на территории Самотлорского месторождения растительный покров уничтожен или претерпел изменение на общей площади около 28000 га [4].

Нами были исследованы и проанализированы пробы почв на некоторых кустовых участках территории Самотлорского месторождения на предмет содержания нефтепродуктов. Местность разливов нефти в основном болотистая, покрытая растительностью. Для локализации места порыва проводились частичная откачка нефтепродуктов и частичная обваловка. Результаты исследований показали, что проникновение нефтепродуктов в почву составляло от 5 до 35 см в зависимости от местности разливов нефти, рельефа и состава почв. Исследования проводили с использованием методики измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв на анализаторе жидкости «Флюорат-02» согласно ПНД Ф 16.1:2.21–98 [8]. Среднее процентное содержание нефтепродуктов до рекультивации в месторождениях ЗАО «Варта-Грин» составляло около 44,30%, а после рекультивации – 5,54%, в месторождениях ОАО «Самотлорнефтегаз» соответственно 34,79% до рекультивации и 1,78% после рекультивации [5, 9, 10].

Можно сделать вывод о том, что в районах кустовых площадок после рекультивации среднее процентное содержание нефтепродуктов в пробах было в пределах нормы, и они относятся к незагрязненным почвам. Почвенный покров загрязнен в основном солевыми растворами. В зонах непосредственного воздействия техногенных объектов почвы характеризуются как средnezасолоненные и сильнозасолоненные. По содержанию тяжелых металлов почвы характеризуются как слабо- и среднезагрязненные ртутью. Следует также отметить, что количественное содержание тяжелых металлов зависит от типа почв и не всегда может быть связано с техногенным воздействием.

Начисляемые предприятиями суммы ущерба далеко не полностью отражают величину реального урона, наносимого окружающей природной среде в виде накопления в почве и донных отложениях токсичных веществ, ухудшения качества воды, снижения биопродуктивности и деградации экосистем. Восстановление загрязненных нефтью почвенных экосистем – сложный, длительный процесс, требующий строгого научного обоснования.

Для предотвращения дальнейшего ухудшения экологической ситуации на рассматриваемой площади необходимо принять экстренные меры по восстановлению природных комплексов и уменьшению антропогенной нагрузки на окружающую среду и привести всю деятельность недропользователей в соответствие с природоохранным законодательством.

### Литература

1. Атлас Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Природа и экология. Ханты-Мансийск; М., 2004. Т. II. 250 с.



2. Баранник Л.П. Биоэкологические принципы лесной рекультивации. / Л.П. Баранник. Новосибирск: Наука, 1988. 86 с.
3. Бунчук В.А. Транспорт и хранение нефти, нефтепродуктов и газа / В.А. Бунчук. М.: Недра, 1977.
4. Генералов И.В. Особенности эксплуатации скважин с ЭЦН на поздней стадии разработки Самотлорского месторождения / И.В. Генералов, В.И. Нюняйкин, Ю.В. Зейгман, М.К. Рогачев // Нефтяное хозяйство. 2001. № 10. С. 72–73.
5. Гребенюк Г.Н. Зонирование территории Нижневартовского региона по площади и объему нефтяного загрязнения / Г.Н. Гребенюк, Г.К. Ходжаева, Е.А. Слива // Естественные и технические науки. 2010. № 4. С. 220–222.
6. Губин В.И. Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. / В.И. Губин, В.В. Губин. М.: Недра, 1982.
7. Исмаилов Н.М. Современное состояние методов рекультивации нефтезагрязненных земель / Н.М. Исмаилов // Современные проблемы биосферы. М., 1988. С. 26.
8. Методика выполнения измерения массовой доли нефтепродуктов в пробах почв на анализаторе жидкости «Флюорат-02». СПб.: НПФ Люмэкс, 2002. 18 с.
9. Ходжаева Г.К. Загрязнение земель нефтью и нефтепродуктами на территории месторождений Нижневартовского района / Г.К. Ходжаева // Вестник Нижневартовского государственного университета. Серия Естественные науки и науки о Земле. 2011. № 2. С. 34–39.
10. Ходжаева Г.К. Геоэкологическая оценка воздействия аварийных ситуаций нефтепроводов на окружающую природную среду (на примере Нижневартовского района): автореф. дис. .... канд. геогр. наук / Г.К. Ходжаева; Том. гос. ун-т. Томск, 2013. 158 с.

**Ю.В. Елисеева<sup>1</sup>, А.И. Лаврентьева<sup>2</sup>, Ю.Ю. Елисеев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Саратовский государственный медицинский университет  
им. В.И. Разумовского; <sup>2</sup>Спортивно-оздоровительный комплекс «Ямал»,  
г. Муравленко

### **ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ: ПОСЛЕДСТВИЯ, ПРИНЦИПЫ ДЕТОКСИКАЦИИ ОРГАНИЗМА**

За последние годы появляется все больше информации, связанной с эколого-гигиеническими проблемами загрязнения урбосистем [4]. При этом особую актуальность приобретают вопросы, касающиеся контаминации продуктов питания, используемых, в том числе, в питании весьма уязвимой части населения – детей и подростков [2, 3, 5, 7, 9]. Подобное обстоятельство находит еще большую востребованность в изучении с учетом региональных особенностей природных территорий и условий агропромышленного воспроизводства [1, 6]. В связи с этим управление гигиенической безопасностью продуктов входит в число приоритетных задач государственной политики в области здорового питания и является необходи-

мым условием обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения [3].

В современных условиях пищевые продукты содержат различные количества контаминантов, в ряде случаев преимущественно ниже уровня установленных гигиенических нормативов, однако некоторые контаминанты в конкретных видах пищевых продуктов даже в пределах допустимых уровней оказывают нагрузку на организм человека и особенно ребенка. Вместе с тем до настоящего времени остаются малоизученными в сравнительном аспекте вопросы безопасности продуктов питания, производимых в разных населенных пунктах одного региона. Научные публикации, посвященные изучению уровней контаминации местных пищевых продуктов и сырья, доз поступления токсичных веществ в организм человека и особенно детей и подростков, проживающих в городах Саратовского региона, отсутствуют. Учитывая вышеизложенное, перед нами стояла задача оценить риски для здоровья населения, в том числе детей и подростков, при алиментарном поступлении контаминантов с местными пищевыми продуктами.

Проведенными исследованиями было установлено, что продовольственное сырье и пищевые продукты, производимые в районах Саратовского региона, характеризуются вариативным содержанием контаминантов, определяемыми в том числе биогеохимическими особенностями территорий. При этом превышения допустимых концентраций химических поллютантов в объектах окружающей среды изучаемых районов области выявлено не было. Вместе с тем были установлены группы пищевых продуктов с наибольшим содержанием химических контаминантов по районам области. Так, наибольшее загрязнение свинцом (в долях от ПДК) характерно для молока, производимого в Энгельсском (0,28) и Марксовском (0,26) районах; кадмием – для овощной продукции Энгельсского района (0,30); ртутью – для хлебопродуктов Балашовского района (0,2); мышьяком – для хлебопродуктов Энгельсского (0,06) и Марксовского (0,06) районов. Во всех трех районах наибольшие уровни остатков ХОП (в долях от ПДК) определены в продукции животного происхождения (содержание ГХЦГ в мясе – 0,018-0,025, в молоке – 0,02-0,022; ДДТ и его изомеров в мясе 0,025-0,03, в молоке – 0,033-0,035).

На основе данных фактического потребления продуктов наибольшие уровни поступления контаминантов с местными пищевыми продуктами определены для возрастных групп детей 7-10 лет. Во всех районах для детей установлены высокие медианные экспозиции свинцом (0,025-0,029 мг/кг массы тела/неделю) и нитратами (4,0-5,8 мг/кг массы/сутки). Наибольший вклад в общее значение экспозиции вносили социально

значимые продукты массового потребления (молоко и молочные продукты, овощи). При этом уровни контаминации основных групп местных пищевых продуктов определяют высокие неканцерогенные риски от воздействия свинца и нитратов и приемлемые для здоровья детей и подростков индивидуальные канцерогенные риски.

Все вышеизложенное диктует обязательную необходимость разработки комплексных механизмов стратегии управления, где проведение регионального эколого-гигиенического мониторинга факторов окружающей среды и контроль за контаминацией местных продуктов питания не только выявляют, но и предлагают внедрение адекватных разнообразных систем оздоровления, направленных на организацию профилактических мероприятий с элементами оздоровления и детоксикации организма [3, 8].

### Литература

1. Кластеры региональных особенностей питания населения / А.И. Верещагин, А.В. Истомин, Ю.Ю. Елисеев, Ю.В. Клещина, Н.Н. Павлов // Здоровье населения и среда обитания. 2013. № 3 (240). С. 11-12.
2. Елисеев Ю.Ю. Перспективы укрепления здоровья школьников на основе оптимизации питания / Ю.Ю. Елисеев, Ю.В. Клещина // Вопросы детской диетологии. 2009. Т. 7, № 1. С. 46–48.
3. Елисеев Ю.Ю. Комплексные стратегии управления здоровьем детского населения в эндемичных по содержанию йода районах Саратовского региона / Ю.Ю. Елисеев, С.В. Сергеева, Ю.В. Клещина // Гигиена и санитария. 2014. Т. 93, № 1. С. 68-70.
4. Обзор научно-практических конференций, посвященных современным проблемам гигиены, профилактики и охраны здоровья населения за 2012 год / А.В. Истомин, В.А. Кирюшин, Ю.Ю. Елисеев, В.В. Кучумов, Ю.В. Клещина, В.М. Тяптиргянова // Здоровье населения и среда обитания. 2013. № 3 (240). С. 38-40.
5. Истомин А.В. Обусловленность рисков здоровью детского населения химической контаминацией пищевых продуктов в регионе / А.В. Истомин, Ю.Ю. Елисеев, Ю.В. Елисеева // Здоровье населения и среда обитания. 2014. № 2 (251). С. 18-21.
6. Гигиенические аспекты йодного дефицита у детей населения Саратовской области / А.В. Истомин, Ю.В. Елисеева, С.В. Сергеева, Ю.Ю. Елисеев // Вопросы питания. 2014. Т. 83, № 3. С. 63-68.
7. Клещина Ю.В. Особенности формирования нарушений питания у детей / Ю.В. Клещина, Ю.Ю. Елисеев, Н.Н. Павлов // Здоровье населения и среда обитания. 2012. № 8. С. 20-22.
8. Пат. на изобретение РФ № 2056795. Способ детоксикации организма / В.А. Маткевич, Е.А. Лужников, В.И. Покровский, В.В. Малеев, И.В. Рубцов, А.К. Адамов, Ю.Ю. Елисеев.
9. Павлов Н.Н. Оценка фактического питания и пищевого статуса современных детей и подростков / Н.Н. Павлов, Ю.В. Клещина, Ю.Ю. Елисеев // Человек и его здоровье. Курск, 2011. № 1. С. 128–132.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА СЕЛИТЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. БРАТСКА**

В соответствии с социально-экономической программой развития города в Братске планируется строительство новых промышленных предприятий и, как следствие, создание новых рабочих мест. Это обуславливает необходимость строительства жилищного сектора и объектов сопутствующей инфраструктуры.

Для выявления территорий, благоприятных для развития инфраструктуры города, администрация муниципального образования города Братска и Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Братский государственный университет» (ФГБОУ ВПО «БрГУ») заключили муниципальный контракт по определению уровня загрязнения атмосферного воздуха на территориях предполагаемого строительства.

Контрактом были определены местоположения точек отбора проб, определяемые вещества в пробе воздуха и метеорологические параметры.

Определяемые вещества в пробе воздуха: оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ), азота диоксид ( $\text{NO}_2$ ), азот II оксид ( $\text{NO}$ ), сера диоксид ( $\text{SO}_2$ ), углерод оксид ( $\text{CO}$ ), дигидросульфид ( $\text{H}_2\text{S}$ ), формальдегид ( $\text{CH}_2\text{O}$ ), бензол, толуол, п-ксилол, о-ксилол, этилбензол, фенол, концентрации которых определялись в автоматическом режиме. Концентрация фтористого водорода определялась по методике, приведенной в РД52.04.186-89.

Метеорологические параметры, определяемые при отборе пробы воздуха: температура воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), относительная влажность (%), атмосферное давление (мм.рт.ст.), скорость ветра (м/с), направление ветра ( $^{\circ}$ ), интенсивность осадков (мм/ч), ориентация поста по сторонам света ( $^{\circ}$ ), температура внутри поста ( $^{\circ}\text{C}$ ), относительная влажность внутри поста (%).

Определение метеорологических параметров окружающей среды, отбор и анализ проб атмосферного воздуха на содержание в них химических веществ проводились с использованием передвижной экологической лаборатории ПЭП-1-1.

Лаборатория оснащена системой для измерения метеорологических параметров и аналитической аппаратурой, способной работать в режиме реального времени. Использование передвижной лаборатории даёт возможность проводить контроль уровня загрязнения атмосферного воздуха в различных точках на территории города и обеспечивать достоверной информацией лиц, ответственных за принятие управленческих решений.

В период с 01 июля по 30 сентября 2014 года было проведено исследование состояния атмосферного воздуха в трёх административных окру-

гах города Братска – Центральный, Падунский и Правобережный по 14 ингредиентам. Общее количество точек, в которых брались замеры воздуха, составило 88. Плановых наблюдений – 65 проб, в выходные дни – 9 проб и по заявке Заказчика – 14 проб (по адресам, указанным в заявках Заказчика).

Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы:

1. По Центральному территориальному округу превышения предельно допустимых концентраций (ПДК<sub>м.р.</sub>) углерод оксида (CO), серы диоксида (SO<sub>2</sub>), оксида азота (NO<sub>x</sub>): азот (II) оксида (NO), азот диоксида (NO<sub>2</sub>), формальдегида, бензола, толуола, п-,о-ксилола, фенола, фтористого водорода не наблюдалось.

В то же время наблюдалось превышение ПДК<sub>м.р.</sub> по дигидросульфиду водорода (H<sub>2</sub>S) в шести пробах воздуха, что составляет 10,7% от общего числа проб, отобранных в Центральном территориальном округе. В трёх пробах (что составляет 5,4% от общего количества проб) наблюдалось превышение ПДК<sub>м.р.</sub> по этилбензолу.

2. В пробах воздуха, исследованных в Правобережном округе, наблюдалось превышение ПДК<sub>м.р.</sub> по этилбензолу в одной пробе (что составляет 5% от общего количества проб). По оксидам азота (NO<sub>x</sub>), азота диоксиду (NO<sub>2</sub>), азота II оксиду (NO), серы диоксиду (SO<sub>2</sub>), углерода оксиду (CO), дигидросульфиду (H<sub>2</sub>S), формальдегиду (CH<sub>2</sub>O), бензолу, толуолу, п-ксилолу, о-ксилолу, фенолу, фтористому водороду превышения ПДК не наблюдалось.

3. В пробах воздуха, отобранных в Падунском территориальном округе, наблюдалось превышение ПДК<sub>м.р.</sub> по этилбензолу в одной пробе (что составляет 8% от общего количества проб).

По всем остальным ингредиентам – оксиды азота (NO<sub>x</sub>), азота диоксид (NO<sub>2</sub>), азот II оксид (NO), сера диоксид (SO<sub>2</sub>), углерод оксид (CO), дигидросульфид (H<sub>2</sub>S), формальдегид, (CH<sub>2</sub>O), бензол, толуол, п-ксилол, о-ксилол, фенол, фтористый водород – превышения ПДК зафиксировано не было.

Для определения зависимости уровня загрязнения атмосферного воздуха от метеопараметров применялся корреляционный анализ полученных результатов.

Корреляционный анализ показал, что зависимостей между концентрацией дигидросульфида в атмосферном воздухе и метеопараметрами (скорость и направление ветра, атмосферное давление, влажность и температура воздуха) в целом по городу не установлено, что связано с большим разбросом точек отбора проб по трём административным округам г. Братска.

Прогнозирование уровня загрязнения атмосферного воздуха города Братска предполагает построение по каждому загрязняющему веществу математических моделей зависимости усредненного уровня концентрации загрязняющих веществ от статистически значимых факторов влияния.

За период наблюдений (с 01 июля по 30 сентября 2014 года) сформировать факторную систему моделей не представлялось возможным, т.к. выявленные связи между метеопараметрами и уровнем загрязнения в большинстве случаев являются очень слабыми.

Следует отметить, что изменения предполагаемых факторов влияния – метеопараметров – имеют сезонные колебания, поэтому необходимо проводить непрерывные наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха в течение нескольких лет. Это позволит выявить периоды колебания факторов и влияние колебаний на уровень концентраций загрязняющих веществ.

**М.Р. Ерофеева, С.А. Федорова**

Братский государственный университет

### **УРОВЕНЬ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА УРБООКОСИСТЕМЫ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ Г. БРАТСКА)**

Анализ данных, содержащихся в Государственных докладах «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации» за 2009–2013 гг., свидетельствует, что экологическая ситуация в России остается напряженной [1]. Это подтверждается наличием следующих тенденций:

- отсутствием снижения в удельном потреблении природных и энергетических ресурсов на единицу выпускаемой продукции;
- ростом удельных выбросов и сбросов в окружающую среду, объемов образования отходов;
- старением основных производственных фондов, что приводит к росту числа техногенных аварий;
- увеличением степени и площади антропогенного воздействия на биосферу в целом и на окружающую среду в пределах населенных пунктов, в частности;
- сокращением биоразнообразия, разрушением природных экосистем и негативной трансформацией рекреационных территорий;
- введением в биологические циклы новых антропогенных веществ, соединений, микроорганизмов и материалов, воздействие (включая суммарное) которых на организм не изучено;
- увеличением заболеваемости и повышением смертности населения, особенно проживающего на урбанизированных территориях, обусловленных влиянием экологических факторов.

При этом факторами, способствующими снижению качества окружающей среды, являются:

- отсутствие экономической основы для реализации эффективной экологической политики;
- декларативность, противоречия, недоработки действующего федерального и регионального законодательства, регулирующего правоотношения в данной сфере;
- разрушение системы государственного экологического контроля;
- неэффективность механизмов государственной экологической экспертизы, нормирования и лицензирования;
- недостаточная прозрачность процесса формирования и расходования финансовых средств, выделяемых на охрану окружающей среды;
- снижение имиджа природоохранной работы в общественном мнении;
- отстранение населения от участия в принятии экологически значимых решений, нарушение прав граждан на информацию о состоянии окружающей среды и мерах по ее охране;
- подавление государством правового института общественного экологического контроля;
- фактическая централизация функций государственного экологического контроля при полном отсутствии ответственности государственных органов за состояние окружающей среды;
- фактическое отсутствие у органов местного самоуправления необходимых полномочий по реализации целенаправленной экологической политики и т.д.

В этих условиях одной из эффективных мер решения экологических проблем может быть программно-целевой подход, который обеспечивает комплексное решение проблем на основе объединения усилий и ресурсов различных ведомств, предприятий и организаций, оптимального использования экономического и социального потенциала территории.

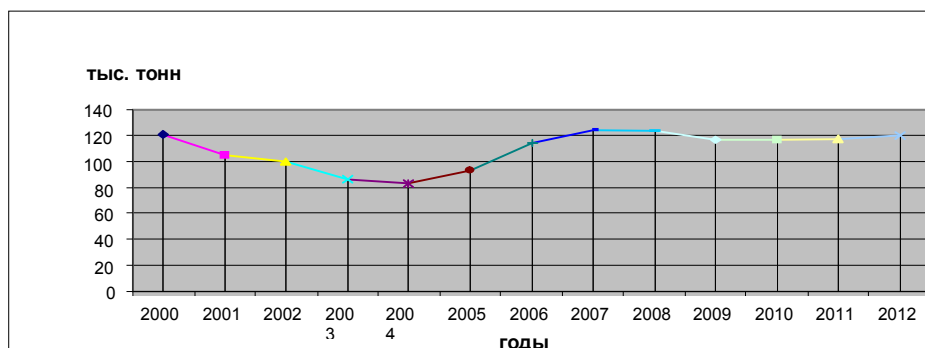
Экологическая ситуация в городе Братске, расположенном на севере Иркутской области, по данным ФГБУ «Иркутское УГМС», по-прежнему характеризуется как неблагоприятная.

Это связано с размещением крупнейших производств алюминия, целлюлозы, кремния, недостаточным оснащением современным оборудованием очистных сооружений, а также низким уровнем природных процессов самоочищения окружающей среды.

В 2012 году в атмосферный воздух от промышленных предприятий города из стационарных источников поступило в атмосферу 119,81 тыс. т химических веществ, что на 2,21 тыс. т. больше по сравнению с 2011 годом. На долю ОАО «РУСАЛ Братск» приходится 72% всех выбросов. На втором месте «по вкладу» находятся предприятия теплоэнергетики, в частности филиал ТЭЦ-6 ОАО «Иркутскэнерго» (17%). Далее следуют предприятия филиала ОАО «Группа «Илим»» по городу Братску (4%), ООО

«Братский ферросплавный завод» и ООО «Братская энергетическая компания» (по 2%).

Динамика выбросов промышленных предприятий в атмосферу города на протяжении с 2000 по 2012 г. представлена на рисунке. Выбросы вредных веществ с 2007 года практически находятся на одном уровне.



Динамика выбросов промышленных предприятий в атмосферу города с 2000 по 2012 гг.

К веществам, определяющим высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха, относятся бенз(а)пирен, формальдегид, окислы азота, сернистый ангидрид, оксид углерода, взвешенные вещества, фтористый водород, твердые фториды, метилмеркаптан.

Контроль состояния поверхностных вод осуществляет Братский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Посты наблюдения расположены в заливе Сухой лог и Падун.

По санитарно-химическим показателям воды водоисточников (централизованного и децентрализованного водоснабжения) не обнаружено превышение гигиенических нормативов в пробах, используемой для питьевого водоснабжения. Содержание химических веществ, определяющих минерализацию воды, во всех пробах поверхностных водоисточников ниже оптимальных. Следует отметить чрезвычайно низкое содержание фторидов в воде поверхностных водозаборов г. Братска, что характерно для всех водоемов региона.

По микробиологическим показателям выявлено несоответствие в одной пробе из отобранных из поверхностных источников (0,96%), используемых для питьевого водоснабжения. По паразитологическим показателям и показателям радиационной безопасности отклонений от гигиенических нормативов в пробах воды, отобранных для питьевых целей, не обнаружено.

В рамках ведения социально-гигиенического мониторинга филиалом Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии по Иркутской области» в г. Братске и Братском районе контролировалось состояние почв города в шести точках по санитарно-химическим, микробиологическим и паразитологическим показателям [2]. Почва исследовалась на содержание химических ингредиентов (ртуть, свинец, никель, медь, цинк, фтор, нитраты), а также возбудителей кишеч-



ных инфекций. Было зарегистрировано, что среднее содержание в почве фторидов в 28 раз выше фоновых значений. По микробиологическим, санитарно-химическим и паразитологическим показателям в 2012 г. нестандартных проб не обнаружено.

На состояние городских лесов влияет антропогенная нагрузка территории, связанная, с одной стороны, с влиянием промышленных выбросов, с другой – с высокой рекреационной нагрузкой. Влияние промышленных выбросов на лесные экосистемы затрагивает как верхний дерновый горизонт почв, лесную подстилку, растительность, так и живые организмы.

Таким образом, уровень техногенной нагрузки на территорию города продолжает оставаться достаточно высоким.

### Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2013 году».
2. Юшков Н.Н. Доклад о состоянии и окружающей среды города Братска в 2012 году / Н.Н. Юшков, М.Р. Ерофеева. Братск: Изд-во БрГУ, 2014. 107 с.

**В.В. Жуков, А.В. Коньков, М.Н. Конькова, Т.В. Анохина**

Саратовский государственный медицинский университет  
имени В.И. Разумовского

### **ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ДЕТЕЙ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЗДОРОВЬЯ В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НЕБЛАГОПОЛУЧИЯ**

Одним из показателей, отражающих изменения качества окружающей среды, является состояние здоровья и, в частности, уровень физического развития детского населения. При проведении медицинских осмотров детей дошкольного возраста различных районов г. Саратова было отмечено, что дети, проживающие в промышленном районе, по показателям физического развития и заболеваемости отличались от детей районов, где преимущественным загрязнителем является автотранспорт.

При ежегодном нарастании объемов производства в крупных городах неизбежно увеличивается антропогенная нагрузка на организм человека, что приводит к повышению уровней заболеваемости и смертности, генетической патологии, появлению новых экологически обусловленных заболеваний [2, 3, 4]. Саратов может быть отнесен к территориям с высокой степенью экологического неблагополучия, так как в городе функционируют более 500 промышленных площадок. Одним из показателей, отражающих изменения качества окружающей среды, является состояние здоровья и, в частности, уровень физического развития детского населения [1, 5].

Поскольку именно растущий организм наиболее подвержен влиянию неблагоприятных факторов городской среды, изучение взаимосвязи между

состоянием здоровья детей дошкольного возраста г. Саратова и содержанием тяжелых металлов в объектах среды представляется наиболее рациональным.

Одним из наиболее опасных очагов техногенного загрязнения городской территории Саратова ТМ являются промышленные объекты, расположенные в Заводском районе.

При проведении медицинских осмотров детей дошкольного возраста различных районов г. Саратова было отмечено, что дети, проживающие в Заводском районе, по показателям физического развития отличались от детей Ленинского и Волжского районов.

Для проведения санитарно-гигиенического обследования и оценки здоровья детей были выбраны типовые детские образовательные учреждения (ДОУ) в Заводском районе г. Саратова, находящиеся на различных расстояниях от промышленных объектов, и ДОУ в Ленинском и Волжском районах.

На расстоянии 100-150 м от промышленных зон изучаемых объектов концентрация ТМ в объектах среды до 25 ПДК, на 1,5-3 км – от 1 до 4 ПДК. Таким образом, дети, проживающие в ЗР, составили первую и вторую обследуемые группы соответственно с учетом степени воздействия исследуемого фактора. Группу сравнения составили дети дошкольного возраста, проживающие в Волжском и Ленинском районах, где основным источником загрязнения является автотранспорт, а концентрации кадмия и никеля в объектах среды не превышают нормативных величин.

Путем опроса родителей оценивали условия жизни ребенка не только в данный момент, но также судили об изменении социально-гигиенических условий в прошлом. По своей социально-гигиенической характеристике коллективы были максимально однородны. Качественная однородность групп соблюдалась в отношении времени проживания детей в данном районе. Принимали во внимание близость расположения квартиры от детского сада (не более 500 м в радиусе), что обеспечивало круглосуточную одинаковость вредных воздействий.

Дошкольные учреждения были однородны по режиму дня и условиям воспитания детей, рациону питания.

При формировании качественно однородных исследуемых групп детей использовался принцип направленного отбора контингента по анкетно-опросным данным Е.Н. Шиган.

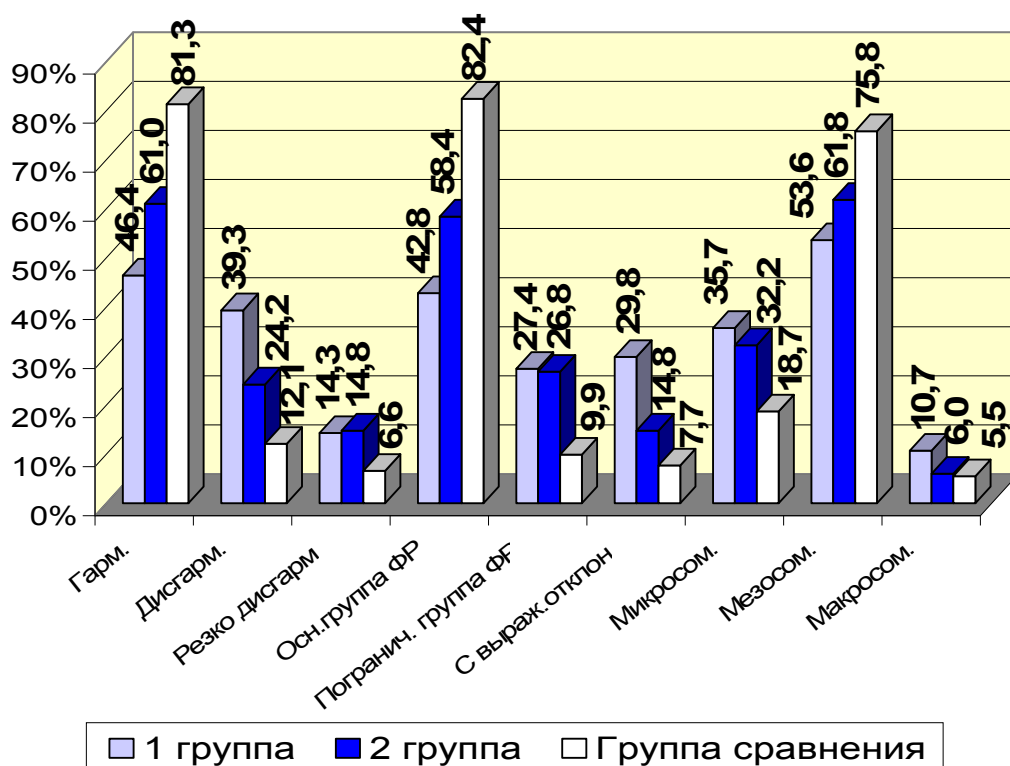
Таким образом, взятые под наблюдение дети отличались друг от друга лишь пребыванием в ДОУ, находящихся на различных расстояниях от промышленных объектов, или, говоря априори, различной степенью воздействия антропогенного фактора.

При изучении физического развития детей обследуемых групп и группы сравнения были выявлены достоверные ( $p < 0,05$ ) различия всех изучаемых показателей, кроме динамометрии ( $p > 0,05$ ). Масса тела, рост,

ОГК, экскурсия грудной клетки мальчиков и девочек Заводского района были снижены по сравнению с аналогичными показателями детей Волжского и Ленинского районов.

Детей с дисгармоничным (39,3%) и резко дисгармоничным (14,3%) развитием в Заводском районе в 3,2 и 2,2 раза больше, чем в контрольном (12,1 и 6,6% соответственно). В промышленном районе детей со средним уровнем физического развития (46,4%) в 1,5 раза меньше, чем в контрольном (75,8%). Изменение соматотипа происходило в ДДУ всех обследуемых районов за счёт преобладания микросоматического типа. Доля детей с микросоматическим типом и сниженными показателями физического развития в первой (35,7%) и второй (32,2%) группах сопоставимо, но в 1,7–1,9 раза больше, чем в группе сравнения (18,7%) (рисунок).

В ДДУ промышленного района выявлено в 3–4 раза больше детей, составляющих пограничную группу (27,4%) и группу детей с выраженными отклонениями физического развития (29,8%), по сравнению с ДДУ контрольных районов (соответственно 9,9 и 7,7%). Такие дети формируют группу риска, т.е. требуют диспансерного наблюдения (рисунок).



Сравнительная оценка физического развития детей (%)

Детей основной группы физического развития в детских садах второй обследуемой группы – 58,4%, пограничной – 26,8%, с выраженными отклонениями – 14,8%. В группе сравнения эти показатели соответственно составили 82,4, 9,9 и 7,7%, что в 1,4, 2,7 и 1,9 раза меньше, чем во второй обследуемой группе.

Врачебный осмотр детей без использования инвазивных методов и анализ медицинской документации детских дошкольных учреждений показали, что практически здоровыми детьми являются только 89 из 324 осммотренных (27,5%).

Практически здоровых детей в первой обследуемой группе (17,9%) выявлено в 3 раза меньше, во второй (36,7%) – в 1,5 раза меньше по сравнению с группой сравнения (56,0%). Таким образом, 72,5% детей имели в момент обследования ту или иную патологию (таблица).

Часто болеющих детей (ЧБД), т.е. болеющих 4 и более раз в год, было 139 из 324 (42,9%). Наибольшее количество ЧБД обнаружено в первой обследуемой группе – 61,9%, что в 2,3 раза превышало аналогичные показатели в группе сравнения (27,5%). Во второй обследуемой группе ЧБД обнаружено 63 из 149 обследованных (42,3%) – это больше, чем в группе сравнения, в 1,5 раза.

Наиболее высокие уровни заболеваемости отмечались в детских садах первой обследуемой группы – 2690,4 ‰. Во второй обследуемой группе показатели общей заболеваемости составили 2168,2 ‰. В ДОУ Ленинского района заболеваемость была на уровне 1426,1 ‰, в ДОУ Волжского района – 1271,6 ‰.

Результаты медицинского обследования детей 3-7 лет

Нозологические формы		ДОУ первой обследуемой группы	ДОУ второй обследуемой группы	ДОУ группы сравнения
		n=84	n=149	n=91
Практически здоровые дети	Абс.	15	56	51
	%	17,9	37,6	56,0
Часто болеющие дети (ЧБД)	Абс.	52	62	25
	%	61,9	41,6	27,5
Общая заболеваемость	Абс.	2690,4±232,7	2168,2±130,4	1348,9±71,9
	p	<0,001	<0,001	
Патологическая пораженность	Абс.	822,5±41,7	742,5±35,8	600,8±51,3
	p	<0,001	<0,01	

Анализ заболеваемости детей по гендерному признаку показал, что среди обследованных детей ее уровень одинаков среди мальчиков и девочек.

Различия уровней патологической пораженности и общей заболеваемости в обследуемых детских коллективах достоверны,  $p < 0,01$  (таблица).

Коэффициент корреляции между содержанием ТМ в почве и уровнем заболеваемости детей  $r_{xy}$  варьировал от +0,67 до +0,99.

Таким образом, по сравнению с показателями заболеваемости детей в Волжском и Ленинском районах уровень общей заболеваемости детей Заводского района в 1,5-2 раза выше ( $p < 0,001$ ).

Показатели ФР детей, проживающих в Заводском районе, достоверно снижены по сравнению с аналогичными показателями детей Волжского и Ленинского районов. Среди детского населения промышленного района значительно больше детей, составляющих пограничную группу и группу детей с выраженными отклонениями физического развития, т.е. формирующих группы риска. Такие дети требуют специального медицинского обследования и наблюдения.

### Литература

1. Даутов В.В. Влияние факторов окружающей среды на физическое развитие детей дошкольного возраста / В.В. Даутов, А.И. Лысенко, А.Х. Яруллин // Гигиена и санитария. 2001. № 3. С. 49–52.
2. Маймулов В.Г. Гигиеническая оценка влияния химического загрязнения окружающей среды мегаполиса на состояние здоровья детей / В.Г. Маймулов, Н.А. Пазюк, Г.А. Баскович // Гигиена и санитария. 2004. № 2. С. 31–33.
3. Онищенко Г.Г. Городская среда и здоровье человека / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. 2007. № 5. С. 3–4.
4. Сетко Н.П. Современные подходы к интегральной донозологической оценке здоровья детей и подростков / Н.П. Сетко // Гигиена и санитария. 2009. № 4. С. 9–10.
5. Особенности физического развития подростков в зоне экологического неблагополучия / А.Н. Узунова [и др.] // Гигиена и санитария. 2008. № 2. С. 89–91.

**А.Х. Ибрагимова<sup>1</sup>, Р.Х. Гиниятуллин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы; <sup>2</sup> Институт биологии Уфимского научного центра РАН

### **СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ЦЕНТР: ХАРАКТЕРИСТИКА ОТНОСИТЕЛЬНОГО ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПАРКА ИМ. ГАГАРИНА**

Древесные насаждения Стерлитамакского промышленного центра (СПЦ) испытывают негативное влияние в результате продолжительного нахождения в зоне активного воздействия промышленных предприятий и рекреационных нагрузок.

Парк им. Гагарина расположен в северо-западной части Стерлитамакского промышленного центра. Является селитебно-рекреационной зоной. На сравнительно небольшом отдалении от территории сосредоточены основные промышленные предприятия: «Башкирская содовая компания» (ОАО «Каустик», ОАО «Сода»), ОАО «Синтез-Каучук», ОАО «Стерлитамакский нефтехимический завод», Стерлитамакский и Ново-Стерлитамакский ТЭЦ, ОАО «Строительные материалы», ОАО «Стерлитамакский станкостроительный завод» и др.

Объектами исследования в парке им. Гагарина являются насаждения тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.), березы повислой (*Betula pendula* Roth.), липы мелколистной (*Tilia cordata* L.), лиственницы Сукачева (*Larix Sukaczewii* Djill.), дуба черешчатого (*Quercus robur* L.).

При сборе и обработке фактического материала использованы общепринятые методы изучения лесных насаждений при выполнении ботанических и биогеоэкологических исследований [1-4, 6].

Произведены подбор и закладки постоянных пробных площадей в промышленной и селитебной зоне СПЦ. На пробной площади производился пересчет деревьев, определялись диаметр и высота отдельных деревьев. Проводилась визуальная оценка следующих диагностических признаков относительного жизненного состояния (ОЖС) деревьев: густота кроны (в процентах от нормальной густоты), наличие на стволе мертвых сучьев (в процентах от общего количества сучьев на стволе), степень повреждения листьев токсикантами, патогенами и насекомыми (средняя площадь некрозов, хлорозов и объеданий в процентах от площади листа) [5].

На исследуемой пробной площади оценено ОЖС березы повислой и тополя бальзамического. Выявлено, что у деревьев имеются механические повреждения стволов, фитопатологические повреждения, морозобойные трещины и суховершинность.

Всего было исследовано 47 деревьев (9 деревьев тополя бальзамического, 10 – березы повислой, 10 – липы мелколистной, 10 – лиственницы Сукачева, 8 – дуба черешчатого).

Установлено, что на пробной площади здоровых деревьев 13 шт., ослабленных – 21 шт., сильно ослабленных – 12 шт., отмирающих – 1 шт.

Результаты расчета индексов относительного жизненного состояния деревьев по виталитетному спектру парка им. Гагарина

Порода	Количество деревьев, шт.					Индекс относительного жизненного состояния, $L_N$ , %
	Всего	Категория жизненного состояния деревьев				
		здоровое	ослабленное	сильно ослабленное	отмирающее	
Тополь бальзамический	9	4	5	-	-	83,3
Береза повислая	10	-	3	7	-	49,0
Липа мелколистная	10	7	3	-	-	91,0
Лиственница Сукачева	10	2	5	3	-	67,0
Дуб черешчатый	8	-	5	2	1	54,4
Всего по пробной площади	47	13	21	12	1	69,3

Среди деревьев тополя бальзамического здоровых деревьев – 4, ослабленных – 5, сильно ослабленных – 0, отмирающих – 0. Среди деревьев березы повислой здоровых деревьев – 0, ослабленных – 3, сильно ослабленных – 7, отмирающих – 0. Среди деревьев липы мелколистной здоровых деревьев –

7, ослабленных – 3, сильно ослабленных – 0, отмирающих – 0. Среди деревьев лиственницы Сукачева здоровых деревьев – 2, ослабленных – 5, сильно ослабленных – 3, отмирающих – 0. Среди деревьев дуба черешчатого здоровых деревьев – 0, ослабленных – 5, сильно ослабленных – 2, отмирающих – 1.

Результаты расчета индексов относительного жизненного состояния деревьев представлены в таблице.

Результаты расчетов [5] показали следующее.

Индекс ОЖС ( $L_N$ ) тополя бальзамического равен 83,3%, березы повислой – 49,0%, липы мелколистной – 91,0%, лиственницы Сукачева – 67,0%, дуба черешчатого – 54,4%.

Относительное жизненное состояние насаждений тополя бальзамического и липы мелколистной оценивается как «здоровое», насаждений березы повислой – «сильно ослабленное», лиственницы Сукачева и дуба черешчатого – «ослабленное».

### Литература

1. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда / Ю.З. Кулагин. М.: Наука, 1974. 124 с.
2. Ярмишко В.Т. Методы изучения лесных сообществ / В.Т. Ярмишко, И.В. Лянгузова. СПб: НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.
3. Батманов В.А. Методы фенологических наблюдений при ботанических исследованиях / В.А. Батманов. М.-Л., 1966. 104 с.
4. Программа и методика биогеоэкологических исследований / В.Н. Сукачев, Ю.Л. Раунер, А.А. Молчанов, А.А. Роде и др. / Академия наук СССР. Отделение общей биологии; под ред. В.Н. Сукачева, Н.В. Дылис. М.: Наука, 1966. 333 с.
5. Алексеев В.А. Некоторые вопросы диагностики и классификации поврежденных загрязнением лесных экосистем / В.А. Алексеев // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, 1990. С. 38–54.
6. Кулагин А.Ю. Средостабилизирующая роль лесных насаждений в условиях Стерлитамакского промышленного центра / А.Ю. Кулагин, Р.Х. Гиниятуллин, Р.В. Уразгильдин. Уфа: Гилем, 2010. 108 с.

**Н.Е. Ковалева<sup>1</sup>, О.Н. Фридрих<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Энгельсский технологический институт (филиал) СГТУ  
имени Гагарина Ю.А.; <sup>2</sup>ЗАО ЦМС «Евразия», г. Саратов

### **ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ ШВЕЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Главной задачей научно-технического прогресса в области использования вторичных ресурсов является обеспечение наиболее полной переработки отходов производства и потребления, в том числе текстильных, в полезные для общества материалы и изделия. Это позволит не только

уменьшить нагрузку на биосферу, но и получить дополнительный источник продукции (при рециклинге и переработке отходов) или энергии [1].

Актуальность проблемы переработки текстильных отходов обусловлена, прежде всего, тем, что утилизация отходов производства является неотъемлемой частью работы любого предприятия, которую по многим причинам невозможно производить без привлечения специализированных служб. Любое нарушение правил утилизации отходов грозит предприятию серьезными штрафными санкциями со стороны контролирующих органов вплоть до приостановления деятельности. Поэтому швейные фабрики вынуждены заключать ежегодные договоры с предприятиями, перерабатывающими отходы основного производства (текстильные), люминесцентные лампы, замасленный лоскут, упаковочные материалы и др. В противном случае отходы производства накапливаются в подвале или других непромышленных помещениях в нарушение норм противопожарной безопасности.

Предприятиям зачастую экономически невыгодно отправлять отходы на вторичную переработку вследствие их низкой закупочной цены. Ближайшее предприятие, перерабатывающее текстильные отходы, расположено в г. Иваново, поэтому транспортные расходы в несколько раз превышают прибыль от реализации вторсырья. В настоящее время существует неудовлетворенная потребность крупных предприятий легкой промышленности, расположенных на Средней и Нижней Волге, таких как ЗАО ЦМС «Евразия», ЗАО «Легпромресурс», ОАО «Сызранская швейная фабрика», ОАО «Элит», ЗАО «Корвет-С» и мн. др., в близлежащих производствах по переработке текстильных отходов.

Текстильные отходы швейной промышленности образуются в результате процесса подготовки материалов, а также при раскрое на отдельные детали швейных изделий. Они могут иметь вид весовых лоскутов размером менее 100×100 мм и впоследствии применяться как сырье для изготовления вторичных текстильных материалов. Отходы размером, превышающим 100×100 мм, используют в качестве обтирочных материалов или перерабатывают на фабриках на участке изготовления изделий ширпотреба.

В зависимости от видов применяемого при производстве сырья текстильные отходы делятся на три основные группы:

1. Текстильные отходы из натурального сырья: шерсть, хлопок, лен, шелк.
2. Текстильные отходы из химического сырья: искусственные и синтетические волокна, химические нити.
3. Текстильные отходы из смешанного сырья: материалы, созданные на основе смеси натуральных и синтетических волокон.

Основные направления хозяйственного использования текстильных отходов: получение восстановленных или регенерированных волокон различного химического состава; производство нетканых полотен; производство ваты.



Многие виды текстильных отходов, особенно из химических волокон, по своему качеству практически не уступают первичному сырью, однако, их регенерация является менее экономичной в сравнении с вторичной переработкой хлопчатобумажного лоскута. Существует эффективная отечественная технология переработки трикотажных обрезков и лоскутов полотна для последующего производства нетканых материалов. Изготовленные из отходов нетканые материалы в дальнейшем используются в самых различных областях народного хозяйства, в частности: в обувной промышленности для производства прокладок и верха домашней обуви; в швейной промышленности как утеплитель «ватин»; при производстве мягкой мебели в качестве настилочного материала; в строительстве в качестве прокладочного и изоляционного материала.

Очищенные текстильные отходы перерабатывают на специальных текстильных линиях (фирмы «Лярош», Франция и др.) с применением в качестве основных операций резки, замасливания и разволокнения. Вторичные или восстановленные волокна являются ценным сырьем для текстильной промышленности [2, 3]. Их используют как в «чистом» виде, т.е. без добавления первичного волокнистого сырья, так и в смеси с последним.

Таким образом, можно заключить, что угроза загрязнения окружающей среды может быть снижена за счет максимального использования в производственном процессе отходов. Окончательное решение о выборе того или иного способа переработки может быть принято после проведения технико-экономического анализа, позволяющего учесть все расходы, в том числе транспортные (на доставку отходов) и энергетические (на проведение процесса), а также наличие устойчивого спроса на продукцию из перерабатываемых отходов.

### Литература

1. Артемов А.В. Текстильные отходы: переработка и нерешенные проблемы. Текст / А.В. Артемов // ЛегПромБизнес ТЕКСТИЛЬ. 2003. № 1. С. 23–24.
2. Бруно А. Французские машины для текстильной промышленности / А. Бруно // ЛегПромБизнес ОБОРУДОВАНИЕ. 2013. № 8 (105). С. 8–9.
3. Чиркин Р.Н. Машины для переработки текстильного вторсырья / Р.Н. Чиркин // Курьер. 2002. № 7. С. 5–6.

### Н.Г. Комарова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИ НАПРЯЖЕННЫЕ РАЙОНЫ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ ПО СТЕПЕНИ РИСКА УЯЗВИМОСТИ ТЕРРИТОРИЙ**

Арктика – циркумполярная область Земли, фактически один из последних резервов – территориальных и ресурсных – развития хозяйственной деятельности людей на планете. Для биосферы – это «кухня» климати-

ческих и прочих экологических средообразующих услуг геосистем, в частности глобальных круговоротов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и других, обеспечивающих баланс природных процессов и сохранение жизни на планете.

Современный этап освоения северного пространства человеком характеризуется утверждением моноиндустриального типа природопользования. Восприятие Арктики как всеобщей «ресурсной кладовой», прежде всего углеводородного сырья и морских биоресурсов, грозит разрушением природных экосистем. Север как особый тип пространства требует особой экофильной системы хозяйствования, сохраняющей и поддерживающей качество окружающей среды и природных ресурсов на уровне, обеспечивающем достойное существование нынешним и будущим поколениям людей, устойчивое развитие мировой цивилизации.

Государственная политика программы социально-экономического развития арктической зоны Российской Федерации требует четкого определения южных границ приарктического региона. В состав его сухопутных территорий отнесены Мурманская область, Ненецкий, Ямало-Ненецкий и Чукотский автономные округа и северные муниципальные образования трех регионов – Республики Саха (Якутия), Красноярского края, Архангельской области, имеющие прямой выход к арктическим морям. На данной территории проживает свыше 10 млн. человек, из которых около 140 тыс. человек – представители 16 коренных народов Севера с их природной самобытностью и присущей им первичной экологической адаптацией к природному окружению.

Особенности северного образа жизни настолько сложны, что для гармонизации среды обитания человека и устойчивого развития хозяйства необходимо четкое понимание факторов *риска*, осложняющих региональное развитие территории.

Рыночные отношения и престижно-потребительское отношение к природе, вошедшие в мотивацию поведения населения большинства индустриальных стран мира, грозят пренебрежением к изучению природных, техногенных, социальных факторов риска. Это может быть поставлено в один ряд с пренебрежением к наблюдающимся признакам экологической катастрофы и истощению природных ресурсов.

В настоящее время Север является основной ресурсно-сырьевой базой нашей страны. Богатство его ресурсов трудно переоценить: уже сегодня около 98% российского газа добывается в Арктике, 80% добычи нефти приходится на арктический регион; никель и платина, алмазы, золото, редкие металлы – огромный потенциал Арктики еще не раскрыт в полной мере.

На основании многолетних исследований выявлены экономически наиболее перспективные минерагенические провинции Российской Арктики: Карело-Кольская апатит-платиноносная-никеленосная, Якутская алмазоносная, Таймыро-Норильская платиноносная-никеленосная, Яно-Чукотская олово-платиноносная.

С запада на восток к арктической окраине примыкают или находятся в относительной близости от нее Печорский, Ленский, Зырянский, Тунгусский, Таймырский и другие угленосные бассейны. В арктическом регионе расположены нефтегазоносные бассейны: Тимано-Печорский, Берингово-Карский, Западно-Сибирский, Лаптевский, Новосибирско-Чукотский и др.

На основе добычи и переработки минерального сырья развились многопрофильные отрасли хозяйства, являющиеся основными источниками поступления загрязняющих веществ в окружающую среду. Это, прежде всего, разработка месторождений различных руд, нефти, газа; промышленные, перерабатывающие и ремонтные предприятия (особенно металлургические заводы); теплоэнергетика; автомобильный, авиационный и морской транспорт; военные объекты; сельское хозяйство; морские порты; муниципальные стоки городов. Многие химические элементы, попадая в результате антропогенной деятельности в природные среды, могут накапливаться в живых организмах. Привнос загрязняющих веществ в морскую среду речным и материковым стоком, воздушными потоками, морскими течениями из других акваторий представляет всё нарастающую опасность для экосистем арктических морей. Особую опасность вызывает радиоактивное загрязнение их акваторий и шельфа.

По мере возрастания промышленной эксплуатации природных ресурсов и развития промышленного производства стали отчетливо проявляться явные признаки индустриального наследия, наиболее четко обозначившиеся в зонах экологического риска – так называемых «экологически напряженных районах» Крайнего Севера России, ставших предвестниками экологического кризиса: Норильском, Никельском, Архангельском, Нижнее-Обском и др.

Следствием воздействия факторов техногенного риска являются геоэкологические нарушения состояния окружающей среды. Среди них назовем: неудовлетворительное состояние практически всех компонентов ландшафта – атмосферного воздуха городов и населенных пунктов, водных объектов, в том числе источников питьевого водоснабжения и качества питьевой воды; угрозу качественному и количественному разнообразию животного и растительного мира и др.

Дискомфортность климата, распространение природных очагов неблагоприятия окружающей среды, природные геохимические аномалии и техногенные загрязнения существенно влияют на состояние здоровья населения.

Эффективное внедрение адаптационных стратегий северного природопользования на основе изучения уязвимости различных антропогенно нарушенных территорий, их природных экосистем и состояния здоровья местного населения, проведение мероприятий, основанных на знании территориальной приуроченности факторов риска и механизмов их воздействия на окружающую среду, может свести к минимуму нежелательные последствия, нарушающие качество жизни и здоровье людей.

**М.Н. Конькова, А.В. Коньков, Т.В. Анохина, В.В. Жуков**

Саратовский государственный медицинский университет  
имени В.И. Разумовского

## **ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ОРВИ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Одним из показателей, отражающих изменения качества окружающей среды, является состояние здоровья детей, поскольку именно растущий организм наиболее чувствителен к воздействию неблагоприятных факторов [4-6].

На современном этапе развития общества экологическое состояние урбанизированной территории зависит от ее насыщенности промышленными предприятиями и степени токсичности выбрасываемых в окружающую среду промышленных отходов [1].

Саратов – один из развитых в промышленном отношении городов Поволжского региона и в целом по России. В городе функционируют более 1500 промышленных площадок, на которых расположены предприятия химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей отрасли, тепло-энергетического комплекса, развито производство строительных материалов, машиностроения.

Опасными загрязнителями объектов городской среды являются тяжелые металлы (ТМ), в частности кадмий и никель, которые обладают общетоксическим, канцерогенным и аллергенным воздействием на организм человека [1–3]. Промышленные выбросы, содержащие тяжелые металлы, относятся к 1–2 классам опасности.

*Цель* нашего исследования – оценить состояние здоровья детского населения, обосновать причинно-следственные связи между загрязнением городской среды ТМ и нарушением здоровья.

*Методы исследования.* Заболеваемость детского населения изучалась ретроспективно по материалам обращаемости за медицинской помощью. Сведения о заболеваемости получали из амбулаторных карт «История развития ребенка» (ф.112/у) и «Индивидуальная карта ребенка» (ф.026/у), справки о болезни из лечебного учреждения (ф.095/у), выписки из истории болезни амбулаторного, стационарного больного (ф.027/у).

В качестве объектов исследования были выбраны организованные детские коллективы. При формировании качественно однородных исследуемых групп детей использовался принцип направленного отбора контингента по анкетно-опросным данным (Е.Н. Шиган). Дети отличались друг от друга различной степенью воздействия антропогенного фактора.

Дети из обследуемых детских образовательных учреждений (ДОУ) были распределены на 3 группы: 1 группа – дети из ДОУ, расположенных

в Заводском районе на удалении до 400-500 м от промышленных предприятий (содержание ТМ в объектах среды до 25 ПДК); 2 группа – дети из ДОО, расположенных в Заводском районе на удалении 1,5–3 км от промышленных предприятий (содержание ТМ в объектах среды до 3 ПДК); группа сравнения – дети из ДОО, расположенных в Ленинском и Волжском районах, где основным источником загрязнения объектов городской среды является автотранспорт (содержание ТМ в объектах среды не превышало 1 ПДК).

Обследование детей проводилось в утренние часы до завтрака, когда на организм ребенка еще не оказывали влияние учебно-воспитательный процесс и другие активные факторы.

*Результаты.* Врачебный осмотр детей без использования инвазивных методов и анализ медицинской документации детских дошкольных учреждений показали, что практически здоровыми детьми являются только 89 из 324 осмотренных (27,5%) (табл. 1).

Таблица 1

Результаты медицинского обследования детей 3-7 лет

Нозологические формы		ДОО первой обследуемой группы	ДОО второй обследуемой группы	ДОО группы сравнения	Всего
		n=84	n=149	n=91	324
Практически здоровые дети	абс.	15	56	51	89
	%	17,9	37,6	56,0	27,5
Часто болеющие дети (ЧБД)	абс.	52	62	25	139
	%	61,9	41,6	27,5	42,9
Болезни дыха- тельной системы	абс.	14	21	10	45
	%	16,3	14,1	10,9	13,9
Трахеобронхиты	абс.	7	8	2	17
	%	16,7	5,4	2,2	5,2
ОРВИ	абс.	10	14	8	32
	%	11,9	9,4	8,8	9,9

Практически здоровых детей в первой обследуемой группе (17,9%) выявлено в 3 раза меньше, во второй (36,7%) – в 1,5 раза меньше по сравнению с группой сравнения (56,0%). Таким образом, 72,5% детей имели в момент обследования ту или иную патологию.

Часто болеющих детей (ЧБД), т.е. болеющих 4 и более раз в год, было 139 из 324 (42,9%). Наибольшее количество ЧБД обнаружено в первой обследуемой группе – 61,9%, что в 2,3 раза превышало аналогичные показатели в группе сравнения (27,5%). Во второй обследуемой группе ЧБД обнаружено 63 из 149 обследованных (42,3%) – это больше, чем в группе сравнения, в 1,5 раза.

Наиболее высокие уровни заболеваемости отмечались в детских садах первой обследуемой группы – 2690,4 ‰. Во второй обследуемой группе показатели общей заболеваемости составили 2168,2 ‰. В ДОО

Ленинского района заболеваемость была на уровне 1426,1 ‰, в ДООУ Волжского района – 1271,6 ‰.

Таким образом, по сравнению с показателями заболеваемости детей в Волжском и Ленинском районах уровень общей заболеваемости детей Заводского района в 1,5-2 раза выше ( $p < 0,001$ ).

Анализ заболеваемости детей по гендерному признаку показал, что среди обследованных детей ее уровень одинаков среди мальчиков и девочек.

Различия уровней патологической пораженности и общей заболеваемости в обследуемых детских коллективах достоверны,  $p < 0,001$  (табл. 2, 3).

Значительный удельный вес среди детей в обследуемых коллективах занимали болезни органов дыхания: 32,4, 31,8 и 28,2% в первом, втором обследуемых коллективах и группе сравнения соответственно. В группе сравнения уровень заболеваемости органов дыхания в 2,3 раза ниже, чем в первом ( $p < 0,001$ ) и в 1,8 раза ниже, чем во втором ( $p > 0,05$ ) коллективах (табл. 3, рисунок).

Наблюдались высокие показатели заболеваемости ОРВИ – 14,5% в структуре общей заболеваемости (табл. 3, рисунок).

Наличие ОРВИ на момент обследования являлось причиной изоляции таких детей с целью прекращения их контакта со здоровыми и проведения лечения амбулаторно либо в условиях стационара.

Частота заболеваний ОРВИ снижалась по мере территориального удаления ДООУ от промышленных объектов: в первой обследуемой группе – 14,7%, во второй – 14,3%, в группе сравнения – 14,2% от общего количества обследованных детей.

Таблица 2

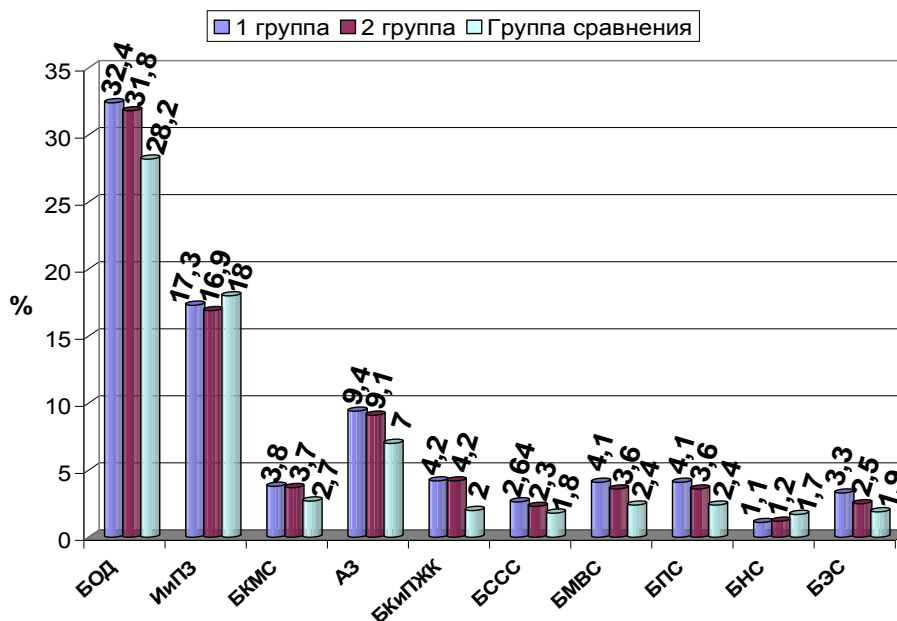
Патологическая пораженность детей 3-7 лет (на 1000 детей)

Нозологические формы	I группа	p	II группа	p	Группа сравнения
Патологическая пораженность	822,5±41,7	<0,001	742,5±35,8	<0,01	600,8±51,3
Болезни органов дыхания	167,3±40,7	>0,05	139,0±28,3	>0,05	110,1±32,8
Трахеобронхиты	83,7±30,2	>0,05	54,6±18,6	>0,05	23,0±15,7
ОРВИ	118,4±35,3	>0,05	86,1±22,9	>0,05	88,3±29,7

Таблица 3

Заболеваемость по обращаемости детей 3-7 лет (на 1000 человек)

Нозологические формы	1 группа (84 чел.)	p	2 группа (149 чел.)	p	Группа сравнения (91 чел.)
Общая заболеваемость	2690,4±232,7	<0,001	2168,2±130,4	<0,001	1348,9±71,9
Болезни органов дыхания	870,7±36,6	<0,001	689,6±37,9	>0,05	384,9±51,0
ОРВИ	394,8±53,3	<0,01	305,4±37,7	<0,01	192,1±41,2



Примечание: БОД – болезни органов дыхания, ИиПЗ – инфекционные и паразитарные заболевания, БКМС – болезни костно-мышечной системы, АЗ – заболевания аллергической этиологии, БКиПЖК – болезни кожи и подкожной жировой клетчатки, БССС – болезни сердечно-сосудистой системы, БМВС – болезни мочевыделительной системы, БПС – болезни пищеварительной системы, БНС – болезни нервной системы, БЭС – болезни эндокринной системы

Структура заболеваемости детей 3-7 лет в процентах

Таким образом, дети Ленинского и Волжского районов болели ОРВИ достоверно ( $p < 0,01$ ) реже, чем дети Заводского района.

Имеет место прямая средней силы и сильная корреляционная зависимость уровней заболеваемости как общей, так и по нозологическим формам, с содержанием тяжелых металлов в загрязненных объектах.

Исследованиями установлено, что уровень общей заболеваемости дошкольников в условиях высокой антропогенной нагрузки тяжелыми металлами в 1,5-2 раза выше ( $p < 0,001$ ) по сравнению с аналогичными показателями детей в районах сравнения.

Загрязнение городской среды тяжелыми металлами не вызывало изменения структуры заболеваемости детского населения, повышая в то же время распространенность нозологических форм с преимущественным поражением органов-мишеней.

## Литература

1. Онищенко Г.Г. Городская среда и здоровье человека / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. 2007. № 5. С. 3-4.
2. Боев М.В. Сравнительная гигиеническая оценка распределения микроэлементов в среде обитания / М.В. Боев, Л.А. Перминова, Н.А. Лесцова // Гигиена и санитария. 2009. № 4. С. 13-14.
3. Ревич Б.А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения / Б.А. Ревич // Введение в экологическую эпидемиологию. М.: МНЭПУ, 2001. 296 с.

4. Маймулов В.Г. Гигиеническая оценка влияния химического загрязнения окружающей среды мегаполиса на состояние здоровья детей / В.Г. Маймулов, Н.А. Пацюк, Г.А. Баскович // Гигиена и санитария. 2004. № 2. С. 31-33.

5. Кучма В.Р. Гигиена детей и подростков: учебник / В.Р. Кучма. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 480 с.

6. Сетко Н.П. Современные подходы к интегральной донозологической оценке здоровья детей и подростков / Н.П. Сетко // Гигиена и санитария. 2009. № 4. С. 9-10.

**Л.Г. Коньшина**

Институт промышленной экологии Уральского отделения РАН,  
г. Екатеринбург

### **ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА КАРАБАШ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ХИМИЧЕСКИМ СОСТАВОМ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ**

Многие промышленные города располагаются в непосредственной близости от месторождений полезных ископаемых, которым они обязаны своим возникновением. Город Карабаш Челябинской области не является исключением, он построен в районе месторождения медной руды. Централизованное водоснабжение города организовано из поверхностных водоемов, расположенных вне города, – озера Серебры и Киалимского водохранилища. Часть населения пользуется колодцами, скважинами и родниками. Серебрянский водопровод обеспечивает водой северную часть города с населением 2,5 тысячи человек. Киалимский водопровод снабжает водой около 7 тысяч человек. Пять тысяч человек для питьевых целей берут воду из 12 родников и более 70 действующих колодцев и скважин. Доминирующим источником загрязнения в районе являлся Карабашский медеплавильный комбинат. В составе выбросов превалирует диоксид серы, кроме того, присутствуют свинец, медь, цинк, мышьяк, марганец, кадмий, бериллий, оксид углерода, диоксид азота и др.

*Цель и задачи исследования.* Оценка токсической опасности и канцерогенного риска для здоровья населения города Карабаш, обусловленных химическим составом питьевой воды.

*Материал и методы исследования.* Пробы воды отбирались в 44 точках – из 19 колодцев, скважин, родников, а также 25 водопроводных колонок, кранов пищеблоков дошкольных образовательных учреждений и школ. Определялись 42 показателя. Расчеты коэффициентов, индексов токсической опасности и канцерогенного риска проведены согласно методологии «оценки риска» («risk assessment»), созданной Агентством по охране окружающей среды США [1].

*Результаты исследования*

Проведенный химический анализ воды из двух водопроводов и индивидуальных скважин и колодцев показал, что хотя средние concentra-



ции, как правило, не выходят за пределы рекомендованных значений [3], однако максимальные уровни нередко в несколько раз выше. Так, содержание нитратов в скважинах может превышать лимит до 10 раз, никеля и свинца – в 2 раза, мышьяка – до 3,5 раза. В воде колодцев уровни марганца, цинка, мышьяка, бария могут быть на порядок выше, чем в водопроводной воде. Что касается свинца, то наивысшие концентрации этого металла обнаружены в воде из озера Серебры. Наиболее значимые концентрации металлов и мышьяка определяются в колодезной воде и воде, подаваемой Серебрянским водопроводом.

Определение токсической опасности проведено для всех возрастных групп. Значительные коэффициенты опасности установлены для нитратов, мышьяка, сурьмы. У остальных веществ значения, как правило, были менее 0,1 (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициенты и индексы опасности (средняя, все возраста/взрослые/дети 0–6 лет)

	Киалимский водопровод	Серебрянский водопровод	Колодцы, скважины, родники
нитраты	0,04/0,03/0,06	0,02/0,02/0,04	0,48/0,35/0,82
мышьяк	0,14/0,10/0,24	0,88/0,64/1,50	0,49/0,36/0,83
сурьма	0,00/0,00/0,00	0,29/0,21/0,49	0,00/0,00/0,00
HI	0,37/0,27/0,64	1,50/1,08/2,58	1,13/0,83/1,93

В целом при употреблении в питьевых целях воды из Киалимского водохранилища практически отсутствует вероятность развития токсических эффектов. Уровень токсичности при использовании воды из озера Серебры и источников децентрализованного водоснабжения оценивается как низкий [2].

Таким образом, основная токсическая опасность обусловлена присутствием в воде соединений мышьяка и нитратов. Суммарная токсическая опасность в районах, снабжаемых водой из озера Серебры, в 3–4 раза выше, чем у жителей, получающих воду из Киалимского водопровода, и несколько превышает средний уровень риска для населения, пользующегося водой из скважин, родников и колодцев. Наибольшую токсическую нагрузку испытывают: система пищеварения, кровообращения, иммунная, нервная, эндокринная, кожа и слизистые оболочки при пользовании водой из Серебрянского водопровода (табл. 2).

Таблица 2

Суммарные индексы опасности по влиянию на органы и системы, дети

	Киалимский водопровод	Серебрянский водопровод	Колодцы, скважины, родники
желудочно-кишечный тракт	0,37	1,67	0,97
эндокринная система	0,27	1,68	0,89
иммунная система	0,30	1,52	0,87
нервная система	0,25	1,63	0,86
сердечно-сосудистая система	0,31	1,60	1,77
кожа, слизистые	0,42	1,63	0,85

Индивидуальный пожизненный канцерогенный риск, связанный с употреблением питьевой воды из Серебрянского водопровода, в три раза превосходит канцерогенную опасность использования воды из Киалимского водопровода и в два с лишним раза риск употребления воды из децентрализованных источников водоснабжения (табл. 3).

Таблица 3

Индивидуальный канцерогенный риск (ICR)

	Киалимский водопровод	Серебрянский водопровод	Колодцы, скважины, родники
бериллий	7,89E-07	3,0E-07	4,16E-07
хром – 6	3,89E-05	3,51E-05	0
мышьяк	2,67E-05	1,69E-04	9,41E-05
кадмий	2,86E-07	2,69E-06	1,28E-06
свинец	5,51E-07	4,41E-06	4,71E-07
хлороформ	1,86E-07	1,0E-07	0
дихлорэтан	5,69E-06	5,17E-06	0
тетрахлорметан	1,05E-07	1,1E-07	0
Сумма	7,32E-05	2,17E-04	9,63E-05

Величина канцерогенного риска из всех источников водоснабжения выше общепринятого безопасного уровня ( $1 \cdot 10^{-6}$ ). Канцерогенный риск на уровне  $1 \cdot 10^{-4}$  является опасным и считается неприемлемым для сохранения здоровья населения [2].

Основными веществами, ответственными за канцерогенный риск во всех источниках водоснабжения, выступают соединения мышьяка и хрома. На хлорорганические соединения приходится от 2,5 до 8,2% риска.

*Выводы:*

1. Наибольшую токсическую опасность представляет употребление воды из Серебрянского водопровода и источников децентрализованного водоснабжения. Присутствующие в значительных количествах в питьевой воде мышьяк, нитраты, комплекс металлов и хлорорганические соединения могут приводить к хроническим нарушениям здоровья.

2. Максимальной канцерогенной опасностью обладает вода Серебрянского водопровода. Канцерогенный риск характеризуется как неприемлемый. Основной риск обусловлен соединениями мышьяка, хрома и дихлорэтана.

### Литература

1. U.S. EPA (1989) Risk assessment guidance for superfund (RAGS): Volum I – Human health evaluation manual (HNEM), part A: Baseline risk assessment, Interim Final (EPA/540/1-89/002). US EPA, Washington, DC.
2. U.S. EPA (1999) A Risk Assessment – Multiway exposure spreadsheet calculation tool. United States Environmental Protection Agency. Integrated Risk Information System (IRIS), <http://www.epa.gov/iris/subst/0278.htm>.
3. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

**Г.Ш. Кужина, А.З. Казакбаева, И.Н. Семенова, Г.А. Ягафарова**

Сибайский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Башкирский  
государственный университет», г. Сибай

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ  
В ХОДЕ ОЧИСТКИ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫХ СТОКОВ  
Г. СИБАЙ (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)**

В настоящее время около 60% эксплуатируемых очистных сооружений на территории Российской Федерации перегружены. Дефицит канализационных мощностей особенно остро ощущается в Оренбургской, Саратовской, Тюменской областях, Республике Дагестан и др. [1]. Большая роль в объеме сброса загрязненных сточных вод в природные водные объекты России принадлежит жилищно-коммунальному хозяйству. Стоки, из которых 8% очищаются до установленных нормативов, а 82% сбрасываются недостаточно очищенными, ежегодно поступают через коммунальные системы канализации в поверхностные воды. Основными причинами ненормативной очистки являются устаревшие технологии, перегрузка, моральное и физическое старение очистных сооружений [1]. В стоках содержатся сульфаты, хлориды, нитраты, нитриты, фосфор, азот аммонийный, синтетические поверхностно-активные вещества, нефтепродукты, а также тяжелые металлы (ТМ) [2].

Целью работы являлось изучение динамики содержания тяжелых металлов (Cu, Zn, Mn, Fe, Cd, Ni) в ходе очистки жилищно-коммунальных стоков г. Сибай.

Мощность очистных сооружений ОАО «Водосбыт» г. Сибай с полной биологической очисткой и доочисткой на песчаных фильтрах с реагентной обработкой гипохлоритом натрия составляет 20500 м<sup>3</sup> в сутки. Все стоки города по самотечным коллекторам поступают к площадке сооружений в первую очередь на решетки типа РММВ-100 и агрегат механической очистки сточных вод (1). Далее стоки проходят через горизонтальные песколовки и осветлители с естественной аэрацией. Осветленные стоки подвергаются очистке на аэротенках – смесителях около 12 часов (2). Очищенные стоки в радиальных отстойниках освобождаются от активного ила, а затем, пройдя через барабанные сетки, поступают в контактные резервуары для доочистки (3). Выпуск обеззараженных сточных вод производится самотеком по трубе в реку Карагайлы. Из осветлителей и отстойников активный ил подается в иловые площадки для сушки, после чего вывозится для складирования на промышленную площадку данного предприятия.

Материалом для исследования послужили образцы сточных вод, отобранные в сентябре 2014 года из очистных сооружений города. Отбор проб производили согласно общепринятым требованиям в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000. Валовое содержание ТМ в сточных водах определяли

методом атомно-абсорбционной спектрометрии в химической лаборатории Сибайского филиала УГОК [3].

Для оценки качества сточных вод использовали кратность превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) исследуемых металлов в стоках, сбрасываемых в природные водоемы [4].

Результаты анализа представлены в таблице.

Содержание тяжелых металлов на разных стадиях очистки  
жилищно-коммунальных стоков г. Сибай

Стадии очистки	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>					
	Cu	Zn	Mn	Fe	Cd	Ni
вход	0,0220	0,0820	0,0655	0,5219	0,0043	0,0009
1	0,0135	0,0717	0,0678	0,3813	0,0093	0,0130
2	0,0211	0,0877	0,0256	0,3156	0,0043	0,0069
3	0,0013	0,0504	0,0189	0,0859	0,0033	0,0104
выход	0,0007	0,0529	0,0258	0,6032	0,0076	0,0139
ПДК	1,0	1,0	0,1	0,3	0,001	0,1

Как видно из таблицы, изученные металлы по среднему содержанию в канализационных стоках г. Сибай образуют убывающий ряд: Fe > Zn > Mn > Cd > Cu > Ni. Содержание Cu, Zn, Mn и Ni не превышало допустимой нормы не только при поступлении сточных вод на очистные сооружения, но и на всех стадиях очистки. В то же время концентрация Fe была выше ПДК на всех стадиях, за исключением стадии доочистки (3). Следует отметить, что максимальное превышение (в 2 раза) для данного металла зафиксировано при сбросе сточных вод в водоем.

Для Cd же было выявлено превышение ПДК во всех точках отбора проб, составляющее от 3,3 до 9,3 раза. При этом максимальная концентрация элемента зарегистрирована в стоках, прошедших стадию механической очистки (1).

Сравнение концентрации меди, цинка и марганца в сточных водах при поступлении на очистные сооружения с их концентрацией при сбросе в р. Карагайлы показало, что их содержание значительно уменьшилось в ходе очистки. Такого эффекта для остальных элементов не наблюдалось. Их содержание в стоках на последней стадии увеличилось, причем для кадмия и никеля в большей степени.

Таким образом, исследования показали, что очищенные канализационные стоки г. Сибай, сбрасываемые в р. Карагайлы, загрязнены железом и кадмием. Для выявления дополнительного источника поступления данных металлов в сточные воды необходимо продолжить исследование.

## Литература

1. Матвеев А.Н. Оценка воздействия на окружающую среду: учеб. пособие / А.Н. Матвеев, В.П. Самусенок, А.Л. Юрьев. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. 179 с.
2. Гареев А.М. Реки и озера Башкортостана / А.М. Гареев. Уфа: Китап, 2001. 260 с.

3. Методика выполнения измерений массовых концентрация железа, кобальта, марганца, меди, никеля, серебра, хрома и цинка в пробах питьевых, природных и сточных вод методом атомно-абсорбционной спектрометрии. М., 1998. 20 с.

4. ГН 2.1.5.689-98. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. М., 1998. 74 с.

**Н.А. Ларионова**

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

### **ВЛИЯНИЕ ОТВАЛОВ ФОСФОГИПСА НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

К категории антропогенно образованных, дисперсных насыпных грунтов относится фосфогипс, который является отходом химической промышленности и образуется при производстве экстракционной фосфорной кислоты и сложных фосфорсодержащих удобрений из апатита и фосфорита. Объемы его образования зависят от вида используемого сырья. В зависимости от технологии, температуры и концентрации экстракционной кислоты фосфогипс образуется в форме дигидрата  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (гипс), полугидрата  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$  или безводной соли кальция  $\text{CaSO}_4$  (ангидрит).

Ежегодные накопления фосфогипса в мире составляют 120–150 млн. т., а в России – 14,0 млн. т. На отдельных предприятиях выход фосфогипса достигает 4,0 млн. т в год, а в отвалах складировано до 300 млн. т шлама. В связи с наращиванием мощностей и модернизации производства объемы таких отходов будут увеличиваться. Накопители шлама занимают достаточно большие площади. В настоящее время занимаемая ими площадь достигает 1000 га. Отвалы шлама образуют огромные горы, высота которых может достигать 60–65 м при углах наклона 25–38°. Плотность фосфогипса без уплотнения составляет 0,8 т/м<sup>3</sup>, с уплотнением – 1,34 т/м<sup>3</sup>. В состав фосфогипса на основе Кольских апатитовых концентратов входят: CaO – 30-42%; SO<sub>3</sub> – 44-57%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (общ.) – 1,0-2,0%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (водораствор.) – 0,5-0,6%; F – 0,1-1,0%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,3-5,0%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,2-2,0%; SiO<sub>2</sub> – 0,3-10%; H<sub>2</sub>O – 25-40%.

Солевой состав фосфогипса:  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – 97,0-97,2%;  $\text{AlPO}_4$  и  $\text{FePO}_4$  – 0,8-1,2%;  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  и  $\text{K}_2\text{SiF}_6$  – 0,5%;  $\text{H}_3\text{PO}_4$  – 0,7-0,85%;  $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$  и  $\text{CaF}_2$  – 0,7%.

Фосфогипс представляет собой белый рыхлый, жирный на ощупь материал, в отвалах содержит до 40% влаги. В пересчете на сухое вещество он на 94-97% состоит из гипса ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). В его составе присутствуют неразложившиеся фосфаты железа и алюминия (3,0-3,5%), неотмытая фосфорная кислота, фторсиликаты калия и натрия, фториды кальция. В фосфогипсе могут присутствовать соединения молибдена, кобальта, мар-

ганца, меди, цинка, стронция и др. Суммарно содержание этих примесей составляет 0,92%. Основными примесями, ограничивающими широкое использование фосфогипса, являются соединения фтора и фосфора ( $P_2O_5$ ). Присутствие примесей затрудняет его использование, а в некоторых случаях при высокой радиоактивности оно становится невозможным. Очищение фосфогипса от примесей вызывает необходимость проведения операций по их нейтрализации, что требует дополнительных экономических вложений и трудовых затрат.

Отвалы фосфогипса являются техногенными источниками загрязнения окружающей среды. Они пылят на ветру. В почву и водоносные горизонты поступают загрязняющие растворимые соединения фтора, фосфора и других примесей. Количество загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу, не превышает 4 т в год. Считается, что пыление характерно для свежих отвалов, а старые – не пылят, так как их поверхность перекрыта плотной коркой. В твердой фазе фосфогипса содержатся 0,5%  $NH_3^+$ ; 1,5%  $P_2O_{5\text{общ}}$  и 0,4%  $F^-$  [2].

Изучение влияния отвалов фосфогипса на загрязнение поверхностных и подземных вод, проведенное на территории Гомельского химического завода (ГХЗ) по производству экстракционной фосфорной кислоты и минеральных удобрений, показало, что основными источниками воздействия являются промплощадка завода, отвалы фосфогипса, дымовые выбросы, проливы под цехами мокрого производства. Сточные воды ГХЗ, стоки атмосферных осадков и талых вод с территории промплощадки и отвалов фосфогипса влияют на состав поверхностных и подземных вод.

В результате поступления стоков загрязняются воды р. Рандовка, ближайшего к заводу водотока, а также ряда естественных и искусственных водоемов (каналы, канавы, пруды). Поверхностные воды на участках территории завода сильно минерализованы, обладают углекислотной и сульфатной агрессивностью, возрастающей во времени, а также коррозионной активностью по отношению к металлическим конструкциям. В результате стоков с отвалов вода в р. Рандовка загрязнена, содержание фосфатов колеблется в пределах 0,44-1,96 мг/л [1]. Наибольшая минерализация отмечается в пруду, сформированном посередине отвала, где она составляет 22,0-22,5 г/л. На участке отвалов воды имеют кислую реакцию ( $pH=1,7-2,0$ ) и отличаются фосфатно-сульфатно-натриевым составом. Вода в канале характеризуется кислой реакцией ( $pH=3,0-5,0$ ), жесткостью – 25 мг экв/л, сульфатно-кальциевым составом с высоким содержанием фтора, фосфатов и аммония [1].

Сточные воды, обогащенные фтором, аммиаком и сульфатами, инфильтруются через подстилающие отвал породы и поступают в подземные воды, загрязняя их. На территории старых отвалов в грунтовых водах накапливаются сульфаты, а на месте новых отвалов – также фосфаты и фтор [1].

В грунтовом водоносном горизонте (глубина залегания 0,1-9,4 м) под отвалами фосфогипса и цехами завода сформировалась единая зона за-

грязнения площадью около 600 га. Минерализация грунтовых вод составляла 8,30-31,50 г/л (ПДК=1,0 г/л). Содержание в них сульфат иона достигает 5,4-7,2 г/л (ПДК=500 мг/л); фосфатов – 13,20 г/л (ПДК=3,5 мг/л); фтора – 38,0 мг/л (ПДК=0,7-1,5 мг/л) [2].

Грунтовый водоносный горизонт подстилается моренными отложениями супесчано-глинистого состава, под которыми находится нижне-среднеплейстоценовый водоносный горизонт, расположенный на глубинах 14-20 м. Его загрязнение прослеживается на площади более 200 га. В воде концентрация сульфатов составляет 0,53-1,03 г/л, что в 50-200 раз выше фоновых значений, фосфатов 4,3-11,2 мг/л, фтора 3,4-72,2 мг/л [2]. Моренные отложения значительно ослабляют уровень загрязнения подземных вод этого горизонта. Загрязняющие вещества сорбируются глинистыми грунтами, поэтому концентрация их значительно уменьшается.

Палеогеновый водоносный горизонт, залегающий на глубинах 27-35 м, также загрязнен. Площадь загрязненной зоны достигает 130 га. Минерализация воды и концентрации загрязняющих компонентов значительно ниже по сравнению с вышележащими горизонтами. Это обусловлено протекающими физико-химическими процессами взаимодействия стоков с вмещающими породами. Под отвалами фосфогипса минерализация подземных вод равна 0,54-1,0 г/л, содержание сульфатов – 0,1-0,47 г/л, фтора – до 34,3 мг/л [2].

Таким образом, установлено, что отвалы фосфогипса являются техногенными источниками загрязнения поверхностных и подземных вод. На участках их воздействия происходит техногенная метаморфизация подземных вод в направлении замещения гидрокарбонатов сульфатами и формирование вод сульфатного типа.

### Литература

1. Коцур В.В. Гидрогеохимия зоны интенсивного водообмена территории Гомельского химического завода / В.В. Коцур // Літасфера. 2000. № 13. С. 93-100.
2. Лысухо Н.А. Отходы производства и потребления, их влияние на природную среду / Н.А. Лысухо, Д.М. Ерошина. Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2011. 210 с.

**О.В. Лысикова**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

### **ВЕЛОМОБИЛЬНОСТЬ КАК СОЦИАЛЬНЫЙ ФЕНОМЕН СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА**

В течение 2014 года в разных форматах продолжалась общественная дискуссия о благоустройстве Саратова, в том числе средствами преобразования транспортной и туристической инфраструктуры города. Нами пред-

лагается концепция инвестиционного проекта, направленного на изменение социальной, транспортной, туристической инфраструктуры города Саратова и его окрестностей «Туристические велодорожки Саратова».

Актуальность данного проекта состоит в острой социальной необходимости как в благоустройстве Саратова, уменьшении внутригородского автомобильного потока, так и в формировании устойчивого общественного мнения о здоровом образе жизни средствами велосипедной мобильности. Данный проект способствует реализации Государственной программы Российской Федерации «Развитие культуры и туризма» на 2012–2020 годы, Постановления правительства Российской Федерации «О внесении изменений в Правила дорожного движения Российской Федерации» от 22.03.2014 г. № 221, Государственной программы Саратовской области «Развитие физической культуры, спорта, туризма и молодежной политики» на 2014–2020 годы.

Методологической основой проекта являются социологические работы автора концепции глобальной мобильности Джона Урри, который фокусирует внимание на тесной взаимосвязи различных форм пространственной мобильности в современных городах, а также зависимости социальной, профессиональной, интеллектуальной мобильности от пространственной. Сегодня различные виды транспорта обеспечивают контрастные переживания человека, возможности и поступки, реализуемые только в движении, и люди стремительно обучаются тому, как вести себя «на ходу» [1, с. 36].

Эмпирической базой служат результаты комплексного социологического исследования, проведенного с использованием количественных и качественных методов: анкетный опрос туристов – клиентов турфирм (N=1277), 2010 г. Центрального (Москва), Приволжского (Саратов), Южного (Волгоград, Астрахань) федеральных округов, целевая выборка доступных случаев; экспертное интервью с руководителями и сотрудниками туристических фирм Саратова (N=10), 2013–2014 гг.; групповые дискуссии со студентами направлений «Туризм», «Сервис» факультета экологии и сервиса СГТУ имени Гагарина Ю.А. (N=32), 2013–2014 гг.; критический анализ городской велосипедной инфраструктуры с использованием методов включенного наблюдения и видеофиксации (Саратов, Москва, Ганновер, Кёльн, Штутгарт, Вильнюс). Так, в Москве оборудовано семь велодорожек, налажено велосипедное движение в 50 парках и скверах.

Основной целью проекта является обустройство сети велосипедных дорожек по городу Саратову и окрестностям с учетом опыта европейских мегаполисов по реализации городских велосипедных маршрутов для массового использования местными жителями и туристами.

Задачи проекта:

- поддержание физической и рекреационной активности горожан и гостей города;



- формирование и продвижение модели поведения, направленной на позитивное восприятие здорового образа жизни в массовом сознании;
- поступательное развитие малого бизнеса в Саратове;
- патриотическое воспитание подрастающего поколения;
- благоустройство города посредством развития сети велодорожек и велостоянок;
- уменьшение внутригородского автомобильного потока, минимизация автомобильных пробок;
- конструирование туристической аттрактивности города.

Реализация предложенных идей тесно связана с такими видами туризма как индивидуальный, групповой и массовый, а также самостоятельный, молодежный, рекреационный. Развитая велосипедная инфраструктура города и его окрестностей будет способствовать росту популярности туров выходного дня в такие зеленые зоны как Кумыснополянский массив, Смирновское ущелье (Баранников овраг), Октябрьское ущелье, урочище Корольков сад, Малая Поливановка, село Буркин Буерак и другие. Сезонность массовой велосипедной мобильности: ежегодно с апреля по ноябрь. Сроки реализации проекта: 2015–2019 годы.

В качестве примеров создания велосипедных маршрутов в городе Саратове может служить набережная Космонавтов, которая хорошо освоена местными жителями, активно использующими эту трассу, а также участки улиц Рахова, 2-й Садовой, Рабочей, на которых нанесена разметка велосипедных дорожек.

Преодолению рисков и обеспечению безопасности будет способствовать обособление части пешеходной дорожки или автомобильной магистрали специально для велосипедистов, что предусмотрено законодательством. В глоссарии концепции данного проекта присутствуют следующие основные термины:

*Велосипедная дорожка* – конструктивно отделенный от проезжей части и тротуара элемент дороги (либо отдельная дорога), предназначенный для движения велосипедистов и обозначенный знаком 4.4.1.

*Полоса для велосипедистов* – полоса проезжей части, предназначенная для движения велосипедистов и на мопедах, отделенная от остальной проезжей части горизонтальной разметкой и обозначенная знаком 4.4.1 в сочетании с табличкой 8.14, расположенными над полосой.

*Пешеходная и велосипедная дорожка* (велопешеходная дорожка) – конструктивно отделенный от проезжей части элемент дороги (либо отдельная дорога), предназначенный для раздельного или совместного с пешеходами движения велосипедистов и обозначенный знаками 4.5.2-4.5.7 [2].

Нами предлагается следующая инфраструктура велосипедных маршрутов в городе Саратове:

- 1) Театральная площадь – парк Победы – Национальная деревня;

2) Детский парк – городской парк «Лукоморье» – набережная Космонавтов – речной вокзал;

3) район Комбайна – ул. Чернышевского – центр города – поселок Юбилейный;

4) СГТУ имени Гагарина Ю.А. – автовокзал – 1-я Дачная – ул. Техническая – ул. Танкистов – ул. Топольчанская – ул. Тархова – поселок Солнечный;

5) центр города – Кумысная поляна;

6) железнодорожный вокзал – речной вокзал (по улице Московской).

Альберту Эйнштейну принадлежит высказывание: *«Жизнь – как вождение велосипеда: чтобы сохранить равновесие, ты должен двигаться»*. Обустройство сети велосипедных дорожек и стоянок по городу Саратову и его окрестностям является важным стимулом для налаживания регулярности велосипедной мобильности людей разных возрастов, приобщения к ней новых акторов, обеспечения безопасности велосипедного движения для горожан и туристов. Проект «Туристические велодорожки Саратова» гармонично вписывается в концепцию брендинга Саратовской области до 2020 года, принятую постановлением правительства области от 17 февраля 2015 года [3]. Реализация данного проекта позволит конструктивно решать обострившийся конфликт интересов между автомобилистами, пешеходами, велосипедистами, прививать чувство взаимоуважения и терпимости ко всем участникам процесса внутригородской пространственной мобильности, которая влияет на поведение туриста, когда уличное пространство становится ареной сложных коммуникаций разных категорий путешественников, среди которых – пешеходы, автомобилисты, велосипедисты, мотоциклисты, люди с детскими колясками, люди в инвалидных колясках. Популяризация и продвижение проекта «Туристические велодорожки Саратова» будут способствовать путешествиям по городу и региону в рамках внутреннего туризма, что, по нашему убеждению, должно стать социальной нормой и образцом поведения для местных жителей.

## Литература

1. Урри Дж. Мобильности. Перевод с англ. А. Лазарева / Дж. Урри. М.: Практикс, 2012.

2. Постановление правительства Российской Федерации «О внесении изменений в Правила дорожного движения Российской Федерации» от 22.03.2014 г. № 221. <http://government.ru/docs/11351/>

3. Постановление Правительства Саратовской области от 17.02.2015 № 63-П «Об утверждении Концепции брендинга Саратовской области до 2020 года». <http://konsultant.saratov.gov.ru/page.aspx?61946>

## Е.В. Напрасникова

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ГОРОДА В УСЛОВИЯХ СИБИРИ

В настоящее время темпы урбанизации и техногенеза неуклонно растут, и к концу XXI века ожидается вовлечение в этот процесс до 20% всей пригодной для жизни человека территории суши. Не вызывает сомнений, что свойства городских почв являются индикатором условий жизни и здоровья населения, а также и гарантом этих условий. Природа Сибири считается ранимой, самоочищающая способность почв снижена, в этой связи обозначенная проблема особенно актуальна.

Объектом детальных исследований явился почвенный покров города Черемхово (Иркутская обл.) и сопредельных территорий. Образцы почв были отобраны в вегетационный период в разных функциональных зонах города. Химические элементы определены на приборе Optima 2000DV – оптический эмиссионный спектрометр с индукционной плазмой и компьютерным управлением (фирма Perkin Elmer LLC, США). Оценка биохимической активности почв выполнена экспресс-методом по Т.В. Аристовской, М.В. Чугуновой [1]. Щелочно-кислотные условия регистрировались потенциометрическим методом. На первом этапе работы было уделено внимание содержанию химических элементов в изучаемых почвах. Мы учитывали не только отсутствие таких данных для исследуемой территории, но и требования к качеству почвы в отношении тяжелых металлов и иных химически опасных элементов согласно Сан ПиН 2.1.7. 1287 – 03.

Краткое описание местоположения отбора почв приведено в табл. 1.

Таблица 1

#### Местоположение отбора проб

Номер образца	Местоположение, почва
<i>Промзона</i>	
1	Территория (Т.) цеха цинковых белил, технозем
2	Т. ТЭЦ (западная сторона), технозем
4	Т. цеха производства зеркал, технозем
5	Т. картонного завода, технозем
6	Т. завода ЖБИ (бывшего), технозем
7	Террикон (окраина города), эмбриозем
<i>Территория города</i>	
8	Жилой массив (5-эт. дома), урбанозем
9	АЗС, почвогрунт
10	Частный сектор, урбанозем
11	Т. Мясокомбината, технозем
13	Центр города (торговые ряды), урбанозем
16	Ж/д вокзал (под растительностью), культурозем
Контроль	Окраина города (природные рубежи), темно-серая лесная почва

Результаты анализов по стандартному перечню, а также других элементов приведены в табл. 2. Данные показывают, что содержание таких макроэлементов как P, Mn, не превышает ОДК, тогда как Zn, Cu, Ni, незначительно превышает. Цинк обнаружен, кроме АЗС, везде, и его концентрация превышает ОДК в 1,9-4,3 раза. Высокое содержание мышьяка выявлено на территории цеха по производству зеркал. Повышенное содержание данного элемента обнаружено почти во всех образцах. Этот факт объясняется многолетней работой цеха по производству мышьяка. Содержание свинца выше ОДК зарегистрировано на ТЭЦ, мясокомбинате и АЗС. Относительно кадмия почвы можно считать сравнительно чистыми. Никель превышает нормативы в несколько раз, а на картонном заводе его содержание достигает 7 ОДК.

Таблица 2

Содержание химических элементов в почвах г. Черемхово и сопредельных территорий

Номер образца	Химический элемент, мг/кг											
	P	Mn	Ba	Sr	Zn	Cr	Cu	Ni	Co	Pb	Cd	As
1	1590	810	622	208	166	108	32	49	22	32	0,45	4,4
2	1914	787	620	265	172	104	31	47	22	60	0,40	3,0
4	1790	716	606	278	236	95	35	48	26	36	0,40	20,0
5	1124	771	579	245	137	84	51	141	397	27	0,30	3,0
6	1177	717	453	254	119	102	30	53	26	25	0,45	4,3
7	1418	847	431	193	152	84	37	43	227	31	0,45	3,1
8	2049	658	472	192	135	69	39	37	18	49	0,40	4,3
9	3172	742	577	271	175	109	32	47	21	55	0,45	4,1
10	728	729	443	264	16	96	40	55	23	40	0,50	3,0
11	1034	730	473	227	104	115	38	66	22	19	0,45	8,7
13	1267	716	529	219	113	90	33	59	23	19	0,35	—
16	1013	820	464	172	109	96	33	50	28	33	0,40	3,2
ОДК	—	1500	—	—	55	-	33	20	-	32	0,50	2

Примечание: прочерк – отсутствие данных

Сравнительный анализ данных (особенно по тяжелым металлам) с другими городами позволяет сказать, что имеется определенное сходство в накоплении токсичных элементов. Этому способствуют климатические условия, изменение pH городских почв в щелочную сторону, увеличение количества автотранспорта, а также специфика и интенсивность воздействия промышленных предприятий.

Результаты определения биохимической активности почв (БАП) как интегрального показателя и индикатора ее самоочищающей способности почв показали, что уровень активности колеблется от 8,2 до 16,5 ч, что позволяет отнести их в основном большинстве к среднеактивным, а некоторые – к малоактивным. Показатели биохимической активности городских почв представляют собой относительно близкие значения, а в промышленной зоне они существенно различаются. Отметим, что высокие значения

показателей опыта (выраженные в часах), представляют невысокую биохимическую активность почв.

Значения щелочно-кислотных условий почв показывают от 5,6 до 8,1 ед. рН. Экспериментальные данные в системе БАП – рН позволили выявить тесноту связи биохимической активности и реакции почвенной среды. Коэффициент аппроксимации ( $R^2$ ) равен 0,59.

Результаты исследований будут полезны при обустройстве города Черемхово (в том числе в озеленении) или его отдельных районов в целях улучшения качества среды обитания человека согласно новой концепции экологической реконструкции и оздоровления урбанизированной среды [2].

### Литература

1. Аристовская Т.В. Экспресс-метод определения биологической активности почв / Т.В. Аристовская, М.В. Чугунова // Почвоведение. 1989. №11. С. 142–147.
2. Фоков Р.И. Экологическая реконструкция и оздоровление урбанизированной среды / Р.И. Фоков. М.: Изд-во АСВ, 2012. 304 с.

**Н.А. Нарбут, З.Г. Мирзеханова**

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск

### **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОТКРЫТОГО ПРОСТРАНСТВА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ХАБАРОВСКА)**

Организация городской территории – целенаправленное закрепление земель определенного функционального назначения, составляющих единый планировочный комплекс города, которое обеспечивает оптимальные условия жизни, производственной деятельности населения и эффективность использования городской территории. Ее основная задача – определение назначений территории путем установления функциональных зон для конкретного использования земель. Задача достаточно сложная, поскольку при ее решении должны быть учтены многоаспектные (экономические, экологические, социальные) интересы, которые часто не совпадают как в функциональном, так и в пространственном отношении.

Города Дальнего Востока имеют много общего в историческом развитии. Все они формировались по типу «властных центров» с военно-политическими целями. Их особенность – наращивание промышленного потенциала, которое происходило в тот период, когда приоритеты отдавались экономическому росту в ущерб экологическим требованиям. Вследствие этого в городах отсутствует буферная зона между селитебными и промышленными участками, нередко элементы инфраструктуры и социально бытовой жизни являются своеобразными вехами динамики развития

города. Например, в городской черте расположены аэропорты, тюрьмы, кладбища, полигоны воинских частей, хвостохранилища и т.д.

Следует подчеркнуть и специфику природных предпосылок урбанизации, в которых «живут» дальневосточные города.

В результате в регионе сформировались центры, особенностью которых является индустриальная доминанта в ущерб социальным и экологическим параметрам, пониженная степень комфортности, низкое качество городской среды при наличии значительного открытого (свободного) пространства.

Открытое пространство города – это природные, природно-антропогенные и антропогенные ландшафтные комплексы, которые включают территории, покрытые зелеными насаждениями всех видов пользования, а также пустыри, свалки, огороды, выработанные карьеры и т.д. Отдельные элементы открытого пространства могут быть использованы для улучшения экологической ситуации в городе [1]. В целом же свободное пространство города представляет потенциальный ресурс для создания системы оптимальной организации территории, где хозяйственные и экологостабилизирующие функции земель были бы выдержаны по нормативам и согласованы на всех уровнях.

Свободное пространство Хабаровска составляет 47% городской территории. Это хороший показатель для поддержания экологической стабильности, так как на одного горожанина (в пересчете на правобережную часть, где проживает основная часть населения) его приходится около 150 м<sup>2</sup>. Однако это пространство плохо организовано.

Так, большая часть зеленых насаждений (ЗН) расположена на окраинах города, тогда как селитебные зоны недостаточно обеспечены ЗН, особенно общего пользования. Характерно неравномерное размещение деревьев в уличных посадках, около 80% их составляют старовозрастные, требующие реконструкции и замены, происходит сокращение имеющихся ЗН территорий парков вследствие создания в них инфраструктуры развлечений. Большая часть ООПТ местного значения утратила и продолжает утрачивать свое первоначальное назначение по причине недостаточного финансирования на их содержание.

Отсутствие единой системы учета, сбора и переработки отходов производства и потребления стало причиной появления несанкционированных свалок твердых бытовых и производственных отходов в черте города. На долю свалок, золоотвалов и карьеров приходится 2,4% общей площади, тогда как этот показатель должен составлять менее 1%. Более двух третей земли в Хабаровске не разграничены, что затрудняет ее использование.

Улучшение экологической обстановки в городе осуществляется выполнением мероприятий, заложенных в экологических программах. Анализ этих программ показал, что их роль в плане улучшения экологической

обстановки города большая, но они не охватывали все имеющиеся проблемы, и несмотря на некоторое улучшение экологического состояния Хабаровска, экологическая обстановка в городе не соответствует современным требованиям устойчивого развития. Целевые экологические программы, являясь важным документом, соотнесены со стратегическими направлениями развития города, которые определены генеральным планом, правовым зонированием (правила землепользования и застройки), планом стратегического развития города. Однако в этих документах экологическая составляющая представлена слабо. Она не соответствует современным требованиям устойчивого развития.

Для успешного решения проблем организации территории в свете требований устойчивого развития рекомендуем следующее:

– во-первых: а) усилить экологическую составляющую в проектной документации. Для этого наряду с традиционным зонированием городской территории (в Хабаровске выделены зоны: центральные/коммерческие, жилые, промышленные, коммунальные, специальные, рекреационные территории и сельскохозяйственного назначения), ввести эколого-функциональное зонирование открытого пространства, которое предполагает выявление средоформирующих и средостабилизирующих функций земель. Земли, обладающие этими функциями, формируют микроклимат, способствуют сохранению генофонда, биоразнообразия, наиболее ценных экосистем и ландшафтов. Они участвуют в регуляции ветрового режима, стабилизации качества атмосферного воздуха, обеспечении качества воды, выполняют эрозионно-стабилизирующую, учебно-воспитательную и эталонную функции, обеспечивают комфортность проживания и ряд других. Эти земли – основное звено в системе оптимальной организации территории, представляющей модель, которая должна быть ориентирована на снижение негативного воздействия хозяйственной деятельности и эффективность выполнения экологических функций; б) каждой выявленной группе необходимо придать социально-экономический статус: (средообразующие, средостабилизирующие, рекреационные, ландшафтно-терапевтические, эталонные, учебно-воспитательные и др.); в) все земли, обладающие экологическими функциями, должны быть выделены в особую группу – земли экологического назначения;

– во-вторых, при разграничении неразграниченных земель зарезервировать участки для создания рекреационных зон;

– в-третьих, создать карты зон действия ограничений по экологическим условиям. В настоящее время градостроительная документация учитывает требования ограничений по экологическим условиям, которые должны быть зафиксированы в картах, имеющих официальный статус [2]. Однако, несмотря на то, что местный нормативно-правовой акт «Правила землепользования и застройки в городе Хабаровске» был принят в мае 2002 года, карт до сих пор не существует.

## Литература

1. Нарбут Н.А. Экологическая роль открытых пространств городской территории (на примере Хабаровска) / Н.А. Нарбут, Л.А. Матюшкина // География и природные ресурсы. 2005. № 1. С. 46-50.
2. Правовое зонирование: Опыт разработки «Правил землепользования и застройки в городах России» / под ред. А. Высоковского и У. Валлетты. М.: Русская панорама, 1999. 200 с.

**А.С. Нехорошев, А.П. Захаров, А.А. Дуннен**

Северо-Западный государственный медицинский университет  
им. И.И. Мечникова, г. Санкт-Петербург

### **ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРИ МАЛОТОННАЖНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТИ**

Современные тенденции добычи и переработки нефти характеризуются строительством нефтеперегонных и перерабатывающих заводов по малотоннажной схеме на территориях с большой плотностью населения. Вместо строительства мощных многопрофильных нефтеперерабатывающих заводов, осуществляющих полную переработку сырья и получение готовой продукции, включающей не только бензин, керосин, дизельное топливо, смазочные масла, мазут, гудрон, но и индивидуальные компоненты, в частности бензол, толуол, этилбензол, ксилолы, нафталин, антрацен для нефтехимической промышленности. Однако при добыче нефти для транспортировки на промыслах проводят подготовку нефти к переработке (обезвоживание, обессоливание, обезгаживание от летучих компонентов). Заводы с малотоннажной технологией включают, в отличие от комбинатов, один или несколько технологических процессов переработки подготовленной нефти.

Цель работы состояла в характеристике эколого-гигиенических и экономических проблем загрязнения урбанизированных территорий при малотоннажной переработке нефти. Чаще всего малотоннажная переработка нефти основана на перегонке нефти при атмосферном давлении с получением бензиновой, промежуточной (дизельное топливо) фракций и мазута. Основная проблема заключается в том, что при перегонке атмосферный воздух загрязняется не только сероводородом, но и другими сернистыми соединениями, содержащими тиольную, сульфидную и дисульфидную группы с высоким раздражающим действием. Также при перегонке без вакуума промежуточной и конечной фракцией происходят пиролиз и крекинг углеводородов с образованием непредельных соединений с од-



ной или несколькими кратными связями, имеющими более высокую токсичность по сравнению с алканами. Поэтому для решения вышеуказанных проблем нами предлагается включить в технологические схемы заводов с малотоннажной переработкой процессы нефтехимического синтеза для соблюдения таких требований технического регламента для нефтепродуктов, как низкое содержание бензола и аренов, в том числе полициклических, а также низкого содержания серы во всех фракциях, так как серы диоксид при работе двигателей внутреннего сгорания загрязняет атмосферный воздух оксидами серы. Одними из таких процессов являются современные технологии получения разветвленных алканов вместо каталитического крекинга бензиновых фракциях, выделение высококипящих парафинов адсорбцией на цеолитах с последующей изомеризацией, что позволяет получать смазочные масла с приемлемыми реологическими характеристиками. Для снижения содержания серы в летучей и промежуточной фракции необходимо внедрение процессов их гидропиролиза и гидрокрекинга с последующей утилизацией абсорбированного щелочью сероводорода. Согласно предложенному нами алгоритму оценки раздражающе-рефлекторного действия токсикантов, загрязняющих атмосферный воздух населенных мест, нами для вышеуказанных технологий переработки нефти установлено регрессионное уравнение между пороговой концентрацией, вызывающей ощущение запаха ( $K_{\text{одор}}$ ), и показателем гидрофильно-липофильного баланса (ГЛБ) как для индивидуальных веществ, так и многокомпонентной смеси ( $K_{\text{о/в}}$ ). Для высоких концентраций нормальных алканов взаимосвязь между пороговой концентрацией и ГЛБ превосходно описывается уравнением  $\lg K_{\text{одор}} = -0,47 \lg K_{\text{о/в}} + 3,93$ . Из этого соотношения следует, что показатели раздражающе-рефлекторного действия изменяются антибатно, и вероятность неблагоприятного воздействия малозначительна. В отличие от алканов, соединения с одной или несколькими кратными связями имеют более сильное раздражающе-рефлекторное действие, которое описывается зависимостью  $\lg K_{\text{одор}} = -0,72 \lg K_{\text{о/в}} + 2,40$ .

Таким образом, в результате оценки эколого-гигиенических проблем, возникающих при загрязнении урбанизированных территорий заводами с малотоннажной переработкой нефти, можно заключить, что по объему выбросов и порогу ольфактивного действия наибольший риск представляют технологии, при которых в атмосферный воздух поступают серосодержащие соединения (СОС), алкины, полиеновые углеводороды и алканы. Следует также отметить, что восстановление СОС до сероводорода с его утилизацией в сернокислотном производстве или их окисление до сульфоксидов, сульфонов и алкилсульфокислот с последующим применением окисленных продуктов в качестве экстрагентов не решают в существенной степени эколого-гигиенических проблем.

## **ПРИМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДОИСТОЧНИКОВ**

Разработка критериев для диагностики водных экосистем и оценка качества их вод по-прежнему остаются актуальными. В настоящее время используется много подходов к оценке качества воды различных водных объектов и их загрязнения. Цель работы – оценить возможность применения некоторых статистических методов при анализе долговременных изменений гидрохимического режима для определения направленности и стабильности процессов развития водных экосистем водоисточников. Представляется актуальной проблема оценки устойчивости, которая является первичным свойством экосистем, обеспечивающим их существование.

В общем случае под устойчивостью понимается ее способность противостоять внешним возмущающим воздействиям [3]. Устойчивость (пластичность) в понимании Холлинга соответствует средней силе корреляционных связей. Таким образом, за величину надежности связи в системе принимается усредненный модуль коэффициентов корреляции  $|r|$  ее параметров, который может быть интерпретирован как устойчивость (пластичность).

Другим способом оценки внутренних связей в экосистеме, рассматриваемой нами, является факторный анализ, позволяющий выявить возможные комбинации, совокупности отдельных химических показателей и формирующий интегральные, непосредственно неизмеряемые факторы, которые наиболее полно описывают структуру исходных переменных. Проводя факторный анализ многомерного массива параметров экосистемы с помощью метода главных компонент (ГК), можно, во-первых, структурировать параметры на основе их максимальных взаимосвязей; во-вторых, выделить наиболее важные из этих структур – ГК (факторы). Критерием устойчивости экосистемы может служить дисперсия 1-й главной компоненты [2]. Следует отметить, что интерпретация полученных факторов (генерирование гипотез) наиболее важная задача данного анализа.

Статистической обработке подвергались данные химического анализа воды р. Большой Караман, полученные в 1986 и 2011 гг. в весенний и летний сезоны от верховья до устьевых района.

Процессы формирования качества воды малых рек Нижней Волги, подчиняясь общим закономерностям для поверхностных водоемов, в то же время характеризуются рядом особенностей. Большинство малых рек региона имеют небольшой расход и малую водообеспеченность, низкую ско-

рость течения и малую глубину. На таких водотоках наиболее очевидно антропогенное влияние на их экосистему. За 25 лет произошли существенные изменения структуры и интенсивности сельскохозяйственного производства, оказывающего непосредственное влияние на качество воды малых рек. Сократилось количество сельского населения, катастрофически уменьшилось поголовье скота, исчезли фермы по берегам малых рек, не распаиваются многие сельхозугодья.

В химическом составе воды исследуемой реки отмечены существенные изменения за указанный период времени.

Содержание органического вещества, характеризуемого показателями цветности, бихроматной, перманганатной окисляемости, БПК<sub>5</sub>, в 1986 году отличалось более высокими значениями (табл. 1). При этом минимальные значения показателей были близки, а максимальные – в 1986 году были выше, чем в 2011 г., в 1.5–4 раза.

Таблица 1

Содержание органического вещества и минерального азота  
в разные сезоны исследуемых лет

Показатель	Год			
	1986		2011	
	весна	лето	весна	лето
Цветность, град.	<u>25–57</u> 39	<u>20–33</u> 27	<u>28–50</u> 38	<u>20–23</u> 19
Бихроматная окисляемость, мг/дм <sup>3</sup>	<u>23–76</u> 43	<u>22–56</u> 37	<u>26–39</u> 32	<u>31–35</u> 33
Перманганатная окисляемость, мг/дм <sup>3</sup>	<u>8.6–16.8</u> 12.3	<u>5.8–13.3</u> 10.7	<u>5.2–6.3</u> 5.7	<u>6.3–8.2</u> 7.0
БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>3.1–12.9</u> 9.9	<u>2.6–14.6</u> 7.4	<u>1.8–3.0</u> 2.5	<u>2.4–4.4</u> 3.6
Азот аммония, мг/дм <sup>3</sup>	<u>0.40–2.6</u> 0.92	<u>0.20–0.60</u> 0.33	<u>0.16–0.40</u> 0.30	<u>0.05–0.06</u> 0.05
Азот нитритов, мг/дм <sup>3</sup>	<u>0.002–0.100</u> 0.050	<u>0.002–0.120</u> 0.043	<u>0.005–0.044</u> 0.033	<u>0.011–0.015</u> 0.013
Азот нитратов, мг/дм <sup>3</sup>	<u>0.7–4.7</u> 1.90	<u>0.6–3.4</u> 1.52	<u>1.27–5.66</u> 1.78	<u>0.76–1.17</u> 0.94

Высокие значения бихроматной и перманганатной окисляемости и БПК<sub>5</sub> в 1986 году были характерны для створов ниже сельских населенных пунктов. В летний период 1986 года между показателями мутности, цветности, бихроматной и перманганатной окисляемости установлены корреляционные отношения. Видимо, органическое вещество поступало в реки в результате смыва дождевыми паводками с территорий ферм, животноводческих комплексов и т.д. В 2011 году органическое вещество по течению рек распределялось достаточно равномерно и характеризовалось более низкими величинами.

В 1986 году отмечен и более высокий уровень содержания соединений минерального азота. Среднее содержание аммонийного азота весной

было выше, чем в 2011 году, в 3 раза, а летом – в 6 раз. Присутствие аммонийного азота в водоисточнике, как правило, может свидетельствовать о свежем органическом загрязнении. Уменьшение поступления органики в 2011 году могло быть причиной снижения концентрации аммония.

Обнаружение в воде исследуемых рек нитритов в высоких концентрациях в 1986 году могло быть связано с наличием токсических веществ, затрудняющих процесс нитрификации. В 2011 году максимальная концентрация нитритов в реках была в 3.4 раза ниже, чем в 1986 г. Доминирующей формой минерального азота в исследуемые годы являлись нитраты, и уровень их содержания практически не изменился.

При рассмотрении результатов расчета усредненного модуля  $|r|$  коэффициентов корреляции гидрохимических параметров (пластичности) видно, что в 1986 году в весенний период сила взаимосвязей экосистемы реки была выше, чем в летний период (табл. 2). Возможно, интенсификация сельхозпроизводства в летний период приводила к поступлению в реку загрязняющих веществ и ослаблению внутренних связей ее параметров. В 2011 году, наоборот, основным загрязняющим фактором становится сток с водосбора, в связи с чем ослабление взаимосвязей происходит в весенний период, а в летний – в период максимального развития биопродукционных процессов в реке – взаимосвязь между параметрами экосистемы наибольшая. Среднегодовая величина пластичности экосистемы в 2011 году выше.

Таблица 2

Значения пластичности  $|r|$  в разные сезоны исследуемых лет

Год	Весна	Лето	Среднее за год
1985	0.401	0.361	0.381
2011	0.303	0.499	0.401

Рассматривая результаты факторного анализа гидрохимических данных методом ГК, можно отметить, что ГК, имеющие собственные числа более единицы, объясняют в сумме равную долю дисперсии исходных гидрохимических параметров (79%). Однако если для 1986 года эта доля «размазывается» по четырем ГК, то для 2011 года она концентрируется уже в трех компонентах. Более того, эта концентрация дисперсии исходных параметров проявляется в отношении первой ГК, удельный вес (доля) которой для 1986 года составил 31,6%, а для 2011 года – 53,3%. Но именно удельный вес наиболее важного из переменных факторов системы предлагается [2] рассматривать в качестве меры устойчивости экосистемы, что позволяет сделать вывод о возрастании устойчивости экосистемы исследуемой реки при ослаблении антропогенного воздействия.

Факторная нагрузка отдельного ингредиента – это корреляция данной ГК с исходными значениями этого ингредиента. Высокая факторная нагрузка ингредиента выражает его высокий вклад в ГК. По знаку факторной нагрузки отдельного показателя можно судить о характере его участия во взаимосвязях полученной совокупности ингредиентов. Положительный

знак свидетельствует о его совместимости, а отрицательный – об антагонизме со всей совокупностью ингредиентов фактора [1]. В 2011 году для первой главной компоненты высокие факторные нагрузки ( $>0.65$ ) с положительным знаком рассчитаны для четырех ингредиентов, с отрицательным – для двух. В 1986 году высокие факторные нагрузки рассчитаны только для трех ингредиентов. Для двух исследуемых лет характерна максимальная связь первой ГК с цветностью воды. Так как цветность воды обусловлена главным образом гуминовыми веществами, поступающими с водосбора, назовем 1-й главный фактор «водосборным». В 1986 году влияние водосбора сказывается на величинах цветности, общего органического вещества и хлоридов. В 2011 году сток с водосбора оказывает влияние на величину цветности, содержание аммонийного азота и нитритов. Отрицательный знак и высокая факторная нагрузка у величины общей минерализации и щелочности могут свидетельствовать о доминировании грунтового питания в водном балансе реки. В структуре второй и третьей ГК также имеются различия в исследуемые годы. Таким образом, применение вышеуказанных статистических методов может оказаться перспективным для прогнозирования качества воды водоисточников при изменении степени антропогенного воздействия.

### Литература

1. Феоктистов В.М. Исследование химического состава атмосферных осадков по данным сельских станций Баренцева региона России методами многомерного анализа / В.М. Феоктистов, В.Н. Харин, Е.Н. Спектор // Водные ресурсы. 2014. Т. 41, №4. С. 393–403.
2. Шашуловский В.А. Формирование биологических ресурсов Волгоградского водохранилища в ходе сукцессии его экосистемы/ В.А. Шашуловский, С.С. Мосияш / М.: Тов. научн. изд. КМК, 2010. 249 с.
3. Holling C.S. Resilience and stability of ecological systems / C.S. Holling // Ann. Rev. Ecol. Syst. 1973. №4. P. 1–23.

**К.Ю. Рыбка<sup>1</sup>, Н.М. Щеголькова<sup>1</sup>, Д.А. Орешников<sup>2</sup>,  
Н.В. Орешникова<sup>2</sup>, А.К. Скрипчинский<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт водных проблем РАН, г. Москва;

<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

### **ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИНАМИКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В ОТКРЫТОМ ФИТООЧИСТНОМ СООРУЖЕНИИ**

*Актуальность.* Важнейшей проблемой современных промышленных городов является загрязнение окружающей среды в результате сброса сточных вод. По данным Росводресурсов, объем сброса загрязненных сточных вод в РФ за 2013 год составил более 15 млрд. м<sup>3</sup>.

Для ливневых стоков городов в РФ существуют единичные эффективные системы очистки. В европейских и азиатских странах, а также в Америке и Австралии, для очистки различных видов сточных вод широко используются фитоочистные сооружения (ФОС) [1-4].

Наиболее распространенной классификацией ФОС является деление на системы с открытой водной поверхностью и подповерхностные, среди последних выделяют ФОС с вертикальным или горизонтальным потоком [5]. В нашей стране существуют системы только открытого типа, работающие с малой эффективностью.

Цель данной работы – изучить функционирование существующего в РФ ФОС с открытой водной поверхностью для разработки рекомендаций по увеличению его эффективности.

*Объекты и методы.* Объектом исследования является ФОС, расположенное в городе Москве (в пойме р. Кровянки), очищающее ливневые сточные воды. В ходе исследования были измерены следующие показатели качества воды: pH, концентрация растворенного кислорода, окислительно-восстановительный потенциал, электропроводность, концентрация минеральных форм азота, фосфатов, железа 2+/3+, сульфатов, сульфидов, оценка биомассы растительности, расход воды. Наблюдение производилось каждые 2 недели в течение года. Отбор проб и измерение физико-химических показателей производились по точкам, выделенным с целью охарактеризовать функционально различные зоны ФОС, в которых протекают разные процессы очистки воды.

*Результаты и обсуждение.* Исследуемое ФОС было разделено на шесть функциональных зон: 1) решетки; 2) зоны аэрации; 3) песколовки и зоны окисления органического вещества с участием растений; 4) очистное сооружение лагунного типа; 5) фитоочистка; 6) фитодоочистка.

В пределах этих зон была измерена пространственная изменчивость выбранных показателей в разные сезоны. На основании выявленных различий можно утверждать, что в выделенных зонах протекают следующие процессы:

- седиментация с дальнейшей трансформацией ОВ (по результатам анализа взвешенных веществ);
- нитрификация (по переходу аммонийных форм азота в нитритные и нитратные, а также высокому содержанию растворенного кислорода, высокому ОВП и снижению pH);
- денитрификация (по уменьшению общего азота, низкой концентрации растворенного кислорода, низким значениям ОВП, а также переходу железа из окисленной формы в восстановленную).

Однако интенсивность перечисленных процессов оказалась невысокой по сравнению с другими системами ФОС, известными по литературным источникам. Причиной низкой эффективности является малое время пребывания воды в наиболее эффективных зонах. Для увеличения эффек-

тивности очистки воды в данном ФОС необходима его частичная реконструкция. Разрабатывается схема реконструкции данного ФОС без принципиального изменения объемных характеристик.

*Выводы.* В исследованном ФОС протекают процессы очистки воды, но интенсивность этих процессов невысока. Для её увеличения были разработаны рекомендации по реконструкции ФОС и его дальнейшему обслуживанию.

### Литература

1. Vymazal J. Constructed Wetlands for Wastewater Treatment / J. Vymazal. Water 2010. 2. P. 530–549.
2. Babatunde, A.O.; Zhao, Y.Q.; O'Neill, M.; O'Sullivan, B. (2008). Constructed wetlands for environmental pollution control: a review of developments, research and practice in Ireland. Environment International, 34 (1): 116–126.
3. Paul, S. (Ed). (2013). Workbook for managing urban wetlands in Australia. 1st edn. Sydney Olympic Park Authority, ISBN 978-0-987-4020-0-4.
4. Sim, C.H. The use of constructed wetlands for wastewater treatment / C.H. Sim Wetlands International, 2003. Malaysia Office. 24 pp.
5. Kadlec, R.H., Wallace, S.D., (2008). Treatment Wetlands, Second edition, CRC Press, Boca Raton, Florida. 1000 p.

**Л.А. Сафронова, К.В. Беляева**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

### **НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ САРАТОВА**

На предприятие МУП «Саратовводоканал» поступают промышленные и бытовые сточные воды со всего города. Ниже приведена таблица химического состава сточных вод, поступающих на предприятие.

Таблица 1

Химический состав сточных вод предприятия МУП «Саратовводоканал»

Показатели химического состава воды	ПДК, мг/л	Концентрация, мг/л норматив для сброса	Концентрация до очистки, мг/л	Концентрация после очистки, мг/л
Нитраты	40,000	0,730	173,6	11,2
Нитриты	0,080	0,040	7,26	0,05
Сульфаты	100,000	128,400	165,44	148,4
Хлориды	300,000	536,400	706,5	78,2
Фосфаты	0,050	0,150	3,2	1,24
Железо	0,30	2,220	5,67	0,26
Медь	1,00	0,006	1,29	0,039

На предприятии проводятся механическая очистка и полный цикл биологической очистки сточных вод. В последние годы активно разрабатываются ПДК сточных вод, подаваемых на биологическую очистку, с целью уменьшения негативного воздействия на активный ил (гетеротрофы и микроорганизмы). Как видно из таблицы, в сточных водах после очистки наблюдается превышение по ПДК содержания сульфатов (148,4 мг/л), нитритов (0,05 мг/л) и меди (0,039 мг/л). В связи с этим мы исследовали влияние некоторых коагулянтов (хлорного железа, алюмокалиевых квасцов) на степень очистки сточных вод от загрязнителей.

В ходе исследований в сточную воду добавляли 2 типа коагулянта ( $\text{FeCl}_3$  и  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) концентрациями 0,5, 1 и 2%, с целью выявления оптимальной дозы и типа коагулянта. В таблице 2 представлены результаты проведенных исследований.

Таблица 2

Химический состав сточных вод с добавлением коагулянтов

Показатели химического состава воды	ПДК, мг/л	Концентрация до очистки, мг/л	Концентрация с добавлением $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , мг/л			Концентрация с добавлением $\text{FeCl}_3$ , мг/л		
			0,5%	1%	2%	0,5%	1%	2%
Нитриты	3,3	7,26	0,607	0,727	0,58	0,079	0,183	0,37
Хлориды	300,000	706,5	589,3	177,9	141,3	1788,5	56,09	7064,5
Сульфаты	128,400	165,44	200	430,4	891,2	76,48	176,96	119,4
Медь	1,0	1,29	0,576	0,32	0,896	0,704	0,544	0,517

Как видно из таблицы 2, содержание нитрит-ионов снизилось в 20–100 раз при добавлении хлорного железа, максимальное понижение содержания ионов наблюдается при концентрации 0,5%. При добавлении алюмокалиевых квасцов в качестве коагулянта, содержание нитритов уменьшилось примерно в 10-12 раз. Таким образом, как коагулянт для этого загрязнителя наиболее эффективен  $\text{FeCl}_3$ .

При рассмотрении влияния выбранных нами коагулянтов на хлориды, можно отметить  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , так как при добавлении хлорного железа в качестве коагулянта при определении хлорид-ионов, их концентрация в растворе повышается, что объясняется наличием ионов хлора в составе коагулянта.

На содержание сульфат-ионов положительное влияние оказывает коагулянт  $\text{FeCl}_3$ , содержание сульфат-ионов в растворе уменьшилось максимально при добавлении 0,5% хлорида железа. Алюмокалиевые квасцы повышают концентрацию сульфат-ионов в растворе, т.к. содержат группу сульфатов.

На содержание меди в сточных водах коагулянты влияли следующим образом: добавление хлорида железа снизило содержание ионов более чем в два раза, оптимальная концентрация коагулянта – 1%, добавление алю-



мокалиевых квасцов максимально уменьшило концентрацию меди, практически в три раза.

Следует сделать вывод, что наиболее эффективным веществом в роли коагулянта, на наш взгляд, служит хлорид железа концентрацией 0,5%. Данный коагулянт в выбранной концентрации положительно влияет на снижение содержания ионов загрязнителей нитритов, сульфатов и меди, за исключением хлоридов, т.к. их концентрация в сточных водах в присутствии данного коагулянта возрастает.

**Л.А. Сафронова, И.С. Шайденко**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

### **ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКЕ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ**

Продолжающиеся загрязнения природной среды твердыми, жидкими и газообразными отходами производства и потребления, вызывающими деградацию окружающей среды, в последнее время остаются острой экологической проблемой, имеющей приоритетное социальное и экономическое значение.

Цель работы – изучение экологических аспектов системы обращения с медицинскими отходами, разработка рекомендаций по совершенствованию системы управления отходами медицинского профиля.

В ходе работы был проведен анализ современных проблем, обусловленных загрязнением окружающей среды отходами медицинского профиля. Охарактеризована степень опасности медицинских отходов. Освоена система обращения с медицинскими отходами в лечебно-профилактических учреждениях. Исследованы современные методы обеззараживания и утилизации медицинских отходов. Найден оптимальный метод обезвреживания отходов стоматологических клиник в городе Саратове. Разработаны рекомендации по совершенствованию системы управления отходами медицинского профиля.

Присутствие в составе медицинских отходов материалов инфекционного характера, радиоактивных компонентов, токсичных веществ ставят их на более высокий уровень опасности в экологическом и санитарно-гигиеническом плане в сравнении с отходами бытового характера, поэтому медицинские отходы создают реальную угрозу как для персонала медучреждений, так и населения.

Отходы ЛПУ, близкие по составу к промышленным отходам (класс «Г»), в том числе отходы фармацевтической продукции, классифицируются в соответствии с федеральным классификационным каталогом отходов

и подразделяются на 5 классов опасности в зависимости от степени воздействия на окружающую среду (таблица).

Первым этапом выбора метода переработки отходов является определение класса опасности отхода. Класс опасности устанавливается с целью определения безопасных способов и условий размещения, перемещения, обезвреживания отходов и от принадлежности к нему зависят затраты на переработку и захоронение. Отнесение отходов к классу опасности для окружающей природной среды может осуществляться расчетным или экспериментальными методами.

Классификация опасности отходов для окружающей природной среды

Степень вредного воздействия на ОПС	Критерии отнесения отходов к классу опасности	Класс опасности отхода для ОПС
ОЧЕНЬ ВЫСОКАЯ	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует	I класс: чрезвычайно опасные
ВЫСОКАЯ	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления $\geq 30$ лет	II класс: высоко опасные
СРЕДНЯЯ	Экологическая система нарушена. Период восстановления $\geq 10$ лет	III класс: умеренно опасные
НИЗКАЯ	Экологическая система нарушена. Период восстановления $\geq 3$ лет	IV класс: мало опасные
ОЧЕНЬ НИЗКАЯ	Экологическая система практически не нарушена	V класс: практически не опасные

Нами ранее были проведены исследования по определению класса опасности отходов масляных медицинских препаратов, водорастворимых медицинских препаратов и смеси медпрепаратов в концентрациях от 1 до 0,05%.

Для определения класса опасности выбранных нами медицинских отходов мы использовали экспериментальный метод биотестирования. Метод основан на биотестировании водной вытяжки отходов. Нами использовались следующие методики: методика определения токсичности воды по смертности и изменению плодовитости дафний ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.5-2000 (тест-объект *Daphnia Magna* Straus); методика определения токсичности вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и изменению численности клеток водорослей ФР.1.39.2001.00284 (тест-объект *Scenedesmus quadricauda*).

Для отходов медицинских препаратов расчетный метод определения классов опасности не применялся в связи с проблемой установления химического состава отходов. При определении класса опасности отходов лекарственных препаратов с истекшим сроком годности (некондиционных) методом биотестирования показано, что для отхода масляные медпрепараты: гибель составила от 14 до 30% дафний, ингибирование численности водорослей 35-64%, что, согласно методикам, позволяет отнести отход к 3

классу опасности. Для отхода водорастворимых медпрепаратов: гибель дафний составила 95-100%, ингибирование численности водорослей от 46 до 72%, что позволяет отнести отход к 1 классу опасности. Для отхода смеси медпрепаратов: гибель дафний составила 90-100%, ингибирование численности водорослей 98-99% – отход относится к 1 классу опасности.

Швейцарская компания «DGM Pharma Apparate» разработала новую технологию для обеззараживания медицинских отходов, основанную на методе паровой стерилизации на установках «DGM M-100» и «DGM M-150» с загрузкой 100/150 кг отходов за один раз. Предварительная сортировка отходов не требуется. Загружаются отходы вручную.

После переработки в установке отходы представляют собой стерильную подсушенную гомогенную массу с размером частиц 2–3 мм. В таком виде отходы не могут быть идентифицированы и их невозможно использовать повторно. В соответствии с п. 2.2 СанПиН 2.1.7.2790-10 их можно накапливать, хранить, транспортировать, уничтожать и захоранивать совместно с отходами класса А.

Нами проведены расчет и обоснование годовых нормативов образования отходов на примере стоматологической клиники «Фларт». Предложенная установка «DGM M-100» способна обеспечить обеззараживание отходов классов Б и В всех стоматологических клиник Ленинского района города Саратова. Таким образом, установка может использоваться на территории отдельных клиник, либо на площадке для централизованного обеззараживания медицинских отходов.

**Л.А. Сафронова, А.А. Шаламанова**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

### **ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ СТОЧНЫХ ВОД ЗАО «КОНДИТЕРСКАЯ ФАБРИКА «САРАТОВСКАЯ» НА ГИДРОСФЕРУ ГОРОДА САРАТОВА**

Пищевая промышленность является особенно востребованной для человека, и производство кондитерских изделий будет все возрастать в связи с ростом благосостояния общества и постоянным увеличением численности людей на Земле, и, таким образом, будет возрастать, как и для любого вида деятельности, воздействие на окружающую среду и человека, в частности. Целью работы является оценка влияния промышленного предприятия ЗАО «Кондитерская фабрика «Саратовская» на качество поверхностных вод Саратова и изучение степени его негативного воздействия на окружающую среду. Основным видом деятельности предприятия являются производство конфет, шоколада и кондитерских изделий, в том числе и мучных.

На территории предприятия находятся следующие здания и сооружения: административное здание, производственные корпуса (цех шоколада, цех вафель, цех печенья, цех конфет, цех «Крекер»), котельная, стоянка автотранспорта, склад сырья, склад этикета, столовая, ремонтно-механическая мастерская, ремонтно-строительный участок, насосная, компрессорная. На рассматриваемом нами предприятии не проводится химическая водоподготовка. В результате деятельности предприятия образуются хозяйственно-бытовые, производственные и ливневые сточные воды. Хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды поступают в городской коллектор МУПП «Саратовводоканал».

Платежи за водоснабжение и сброс сточных вод осуществляются МУПП «Саратовводоканалу» по договору №88 от 20.02.2007 г. и соглашению о замене сторон в обязательстве от 21.12.2011 г.

Нами было определено содержание загрязнителей в сточных водах предприятия: сульфат-ионов, фосфат-ионов, хлорид-ионов, ионов аммония, аммиака и железа фотометрическим, потенциометрическим, титриметрическим методами. Кроме того, проводилась качественная реакция на наличие в сточной воде свинца. В ходе качественной реакции в анализируемой пробе свинец не был обнаружен. Состав стоков, определенный экспериментальным путем, представлен в таблице.

Анализ результатов исследования позволяет сделать вывод о том, что предприятие ЗАО «Кондитерская фабрика «Саратовская» осуществляет сброс сточных вод, превышающих предельно допустимые нормативы по аммиаку и сульфат-ионам. По остальным загрязнителям превышения нормативов не наблюдается. Для предотвращения загрязнения водоохраных зон реки Волги на территории фабрики необходимо устройство защитных прудов и создание системы по сбору атмосферных осадков, включающей каналы по сбору этих осадков, резервуары-отстойники и резервуары, в которых непосредственно будет происходить очистка при помощи химических реагентов или биоочистка.

Результаты анализа пробы сточной воды ЗАО «Кондитерская фабрика «Саратовская»

Загрязняющее вещество и (или) показатель, мг/л	Допустимое значение показателя (Постановление АМО «Город Саратов» №204 от 26.01.2010)	Максимально допустимое значение показателя и (Постановление Правительства РФ №644 от 29.07.2013)	Фактическое значение показателя и (или) концентрация загрязняющего вещества	ПДК, мг/л
Хлорид-ион	171,5	1000,0	3,5	350,0
Аммоний-ион	5,2	-	1,8	2,0
Фосфат-ион	0,5	-	0,21	0,31
Аммиак			390,0	2,0
Сульфат-ион	130,0	300,0	105,6	100,0
Железо	0,65	3,0	0,13	0,5

Так как на предприятии отсутствуют какого-либо рода очистные сооружения, для достижения высокого результата в области охраны окружающей среды на территории ЗАО «Кондитерская фабрика «Саратовская» возможна установка системы локальных очистных сооружений, включающей бытовые, технологические и ливневые стоки, что позволит сократить платежи МУПП «Саратовводоканалу» и предотвратить ущерб, наносимый окружающей среде.

В процессах очистки сточных вод предприятия и загрязненных атмосферных осадков в качестве сорбента возможно использование наноструктурированного полимерными материалами сорбента, разработанного аспирантами кафедры «Экология» СГТУ на основе бентонитовых глин. Подобного рода сорбент позволяет очистить загрязненные воды от тяжелых металлов, нитритов, фосфатов.

**А.В. Семакина**

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск

## **ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ФОРМАЛЬДЕГИДОМ**

В 2014 году сотрудниками кафедры экологии и природопользования ФГБОУ ВПО «УдГУ» было проведено исследование состояния атмосферного воздуха, дополняющее результаты отбор проб воздуха на существующих постах сети мониторинга. Отбор проб проводился согласно программе эпизодических исследований Росгидромета [1].

Среднегодовые концентрации формальдегида в пунктах отбора, полученные на основании эпизодических исследований, приведены на рис. 1.



Рис. 1. Среднегодовая концентрация формальдегида в долях ПДК по пунктам отбора проб в г. Ижевске в 2014 г.

(темным цветом отображены пункты отбора проб, расположенные вблизи автодорог, светлым – на внутриквартальной территории)

Средние значения КИЗА (комплексного индекса загрязнения атмосферы) для города Ижевска получились равными 12,9. Анализ структуры загрязнения показал, что в формировании высоких значений КИЗА 45% приходится на формальдегид.

Сравнительный анализ концентраций формальдегида в теплый и холодный период показал, что для внутриквартальных территорий эти концентрации практически неизменны (3,62 и 3,68 в доли ПДК, соответственно). В то же время для точек, расположенных вблизи автодорог, эти значения отличались существенно. В холодный период средние концентрации вблизи автодорог составили 5,86 ПДК, а в теплый – 9,77 ПДК. Таким образом, средние концентрации формальдегида за летний период для города Ижевска превысили аналогичные значения в зимний период в 1,4 раза.

Изменение средних концентраций формальдегида в течение суток в целом характеризуется повышением значений утром и вечером (5,83 и 6,87 ПДК, соответственно) и относительным снижением днем (4,89 ПДК). Эти изменения можно связать с активизацией такого источника поступления формальдегида в атмосферный воздух, как автотранспорт, интенсивность выбросов от которого возрастает в утренние и вечерние «часы пик». Теплый и холодный период года отличаются динамикой концентраций в течение выбросов (рис. 2).

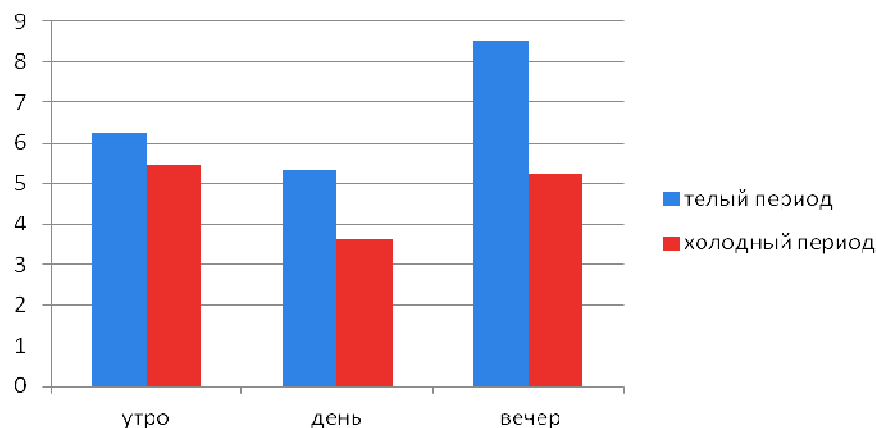


Рис. 2. Внутрисуточные изменения концентрации формальдегида в теплый и холодный периоды года в г. Ижевске в 2014 г.

Анализируя рис. 2, можно отметить, что в летний период вечерние концентрации превышают утренние в 1,4 раза. Утренние и вечерние концентрации формальдегида в зимний период в целом совпадают.

Дальнейший пространственный анализ внутрисуточного хода концентраций формальдегида в теплый период показал, что во внутриквартальной территории утренние и вечерние значения концентраций отличаются незначительно. Для точек, расположенных вблизи автодорог, характерно существенное увеличение уровня загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом (до 13,1 ПДК), что в 1,5 раза больше утренних концентраций.

Выявленные пространственно-временные закономерности свидетельствуют о возможном вторичном образовании формальдегида под воздействием высоких температур [2] в летнее время из углеводов, поступающих в атмосферу с выбросами автотранспорта. Подтверждением данного предположения является снижение концентрации углеводов вечером в теплый период времени. Внутрисуточный ход концентраций углеводов в теплый период года вблизи автодорог представлен на рис. 3 (концентрации углеводов приведены в  $\text{мг}/\text{м}^3$  в связи с отсутствием единого ПДК по данной группе веществ). Изменение концентраций углеводов во внутриквартальной части территории в течение суток в теплый период времени практически отсутствует.

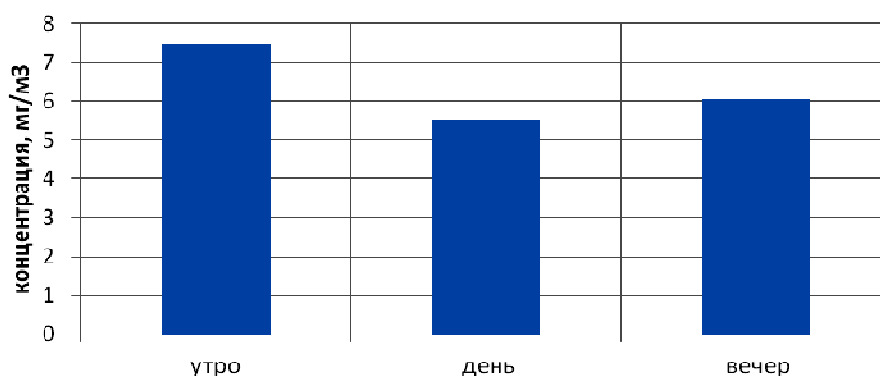


Рис. 3. Концентрация углеводов в  $\text{мг}/\text{м}^3$  в г. Ижевске в теплый период года вблизи автодорог

Таким образом, пространственно-временной анализ загрязненности атмосферного воздуха формальдегидом показал, что наивысшие концентрации отмечаются вечером вблизи автодорог в теплый период времени. Необходимо отметить, что возможен количественный анализ процессов вторичного образования формальдегида.

#### Литература

1. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. М, 1991.
2. Безуглая Э.Ю. Воздух и его изменения / Э.Ю. Безуглая, И.В. Смирнова. СПб, 2008.

**Л.О. Серeda, С.А. Куролап**

Воронежский государственный университет

### **ЗАГРЯЗНЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА Г. ВОРОНЕЖА**

Почва г. Воронежа является одним из важнейших аккумуляторов загрязняющих веществ, а также индикатором очагов техногенного загрязне-

ния. Из-за высокого темпа строительных работ, функционирования и развития инфраструктуры города происходит нарушение естественного почвенного покрова. Кроме того, техногенное загрязнение почвы обусловлено выбросами промышленных предприятий, автотранспорта, кислотными осадками и целым рядом других факторов.

Из-за возрастающего количества автотранспорта в городе одними из самых распространенных загрязняющих веществ являются нефтепродукты. Для того чтобы оценить уровень загрязнения нефтепродуктами верхнего слоя почвы, были проведены специальные исследования в различных функциональных зонах г. Воронежа. Отбор 75 образцов почвы проводился согласно ГОСТ 17.4.3.01-83 и ГОСТ 17.4.4.02-84 [2, 3] в весенне-летний период 2014 года: 20 точек в жилой зоне (в том числе, 7 – в центральной исторической части города, 6 – в кварталах с современной многоэтажной застройкой и 7 – в частном секторе (преимущественно одноэтажная застройка), 18 точек – в промышленной зоне, 14 точек – в зоне рекреации, 17 точек – в транспортной зоне). Для оценки степени загрязнения почвенного покрова нефтепродуктами необходимо было определить фоновое значение содержания нефтепродуктов. В качестве фоновых точек были выбраны 6 – на территории пгт. Рамонь, СТ «Северный бор» и санатория им. Горького с естественным ненарушенным почвенным горизонтом.

Для оценки содержания нефтепродуктов в образцах почвы применялся метод хлороформ-гексановой экстракции.

В результате проведенных исследований были получены следующие данные: наибольшие концентрации наблюдаются в промышленной и транспортной зонах города, а относительно низкие концентрации – в рекреационной зоне и центральной исторической части города (рис. 1). Так, высокие концентрации нефтепродуктов отмечены вблизи наиболее интенсивных по грузопотокам перекрестках города и зонах высокой техногенной нагрузки: в районе ул. Ильюшина, 12б (1916,7 мг/кг), ул. Димитрова – ул. Волгоградская (1673,3 мг/кг), на перекрестке Московский проспект – ул. Хользунова (1240 мг/кг), ул. Землячки, 1 (876,7 мг/кг) и др.

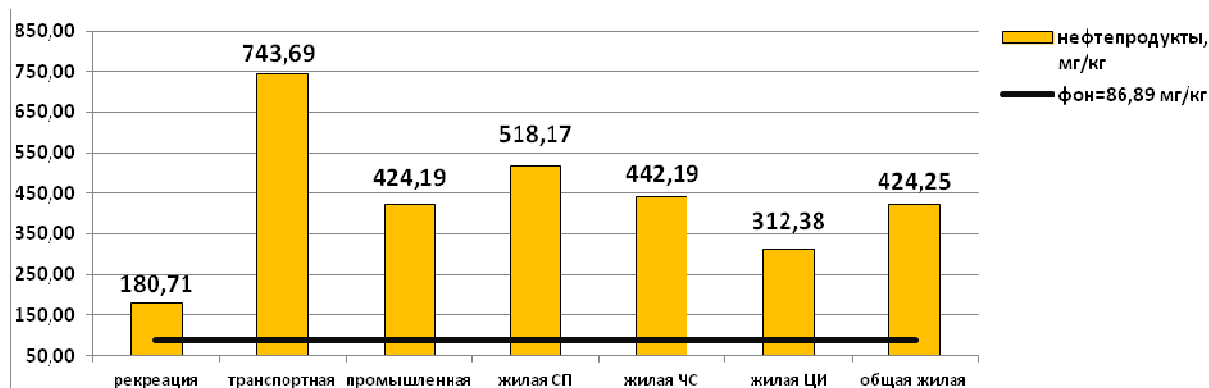


Рис. 1. Среднее содержание нефтепродуктов по функциональным зонам г. Воронежа



Наиболее низкие концентрации (менее 200 мг/кг) нефтепродуктов отмечены в зонах рекреации города: парке «Алые паруса» (166,7 мг/кг), парке «Дельфин» (170 мг/кг), ул. Дарвина (120 мг/кг) и др. Относительно чистые зоны, концентрация нефтепродуктов в которых составляет менее 400 мг/кг, располагаются в Коминтерновском жилом районе (ул. Генерала Лизюкова, 73а (136,7 мг/кг), ул. Шишкова, 53 (200 мг/кг) и др.), на некоторых участках Центрального (ул. Ломоносова, 1 (13,3 мг/кг) и др.) и Левобережного районов (ул. Черепанова, 18 (206,7 мг/кг), ул. Героев Стратосферы, 8 (223,3 мг/кг) и др.), где отсутствует интенсивное движение автотранспорта [4].

С определенной долей погрешности можно считать, что загрязнение почвы нефтепродуктами прямо пропорционально транспортной загруженности автодорог, интенсивности и средней скорости движения автомобилей. Так, очаги наиболее активного загрязнения сформировались на примагистральных участках пересечений улиц Димитрова – Волгоградская, в районе ВАИ, центрального автовокзала на Московском проспекте [1].

Таким образом, очень высокий уровень загрязнения нефтепродуктами наблюдается в большинстве зон воздействия промышленных объектов и крупных автотранспортных магистралей, а также в зоне современной многоэтажной застройки (рис. 2).

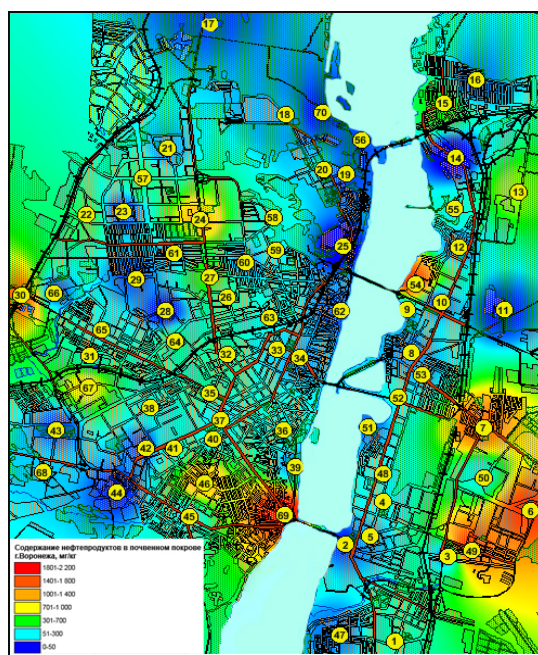


Рис. 2. Содержание нефтепродуктов в поверхностном слое почв г. Воронежа

Зачастую это связано с дефицитом парковочных мест в районах города и использованием дворов жилых многоэтажных домов в качестве автомобильных стоянок. Высокий уровень загрязнения в транспортных зонах обусловлен малоэффективной дорожно-транспортной сетью города (отсутствием дублирующих автомобильных дорог, транспортных развязок) и

увеличением количества автотранспортных средств, а, как следствие, – увеличением количества заторов и «пробок» на дороге.

В заключение следует отметить, что для предотвращения негативного влияния антропогенной деятельности на почву города необходимо проводить систематический эколого-геохимический почвенный мониторинг, который включает своевременное выявление изменений состояния земель, оценку этих изменений, прогноз и выработку рекомендаций о предупреждении и об устранении последствий техногенного загрязнения.

### Литература

1. Воронеж: среда обитания и зоны экологического риска / С.А. Куролап, С.А. Епринцев, О.В. Клепиков, В.И. Федотов, Ю.И. Стёпкин, Н.П. Мамчик, С.С. Корыстин. Воронеж: Истоки, 2010. С. 87–100.
2. ГОСТ 17.4.4.02-84. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа. Введ. 1984-12-19. М.: Госстандарт, 1984. 20 с.
3. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы: почвы. Общие требования к отбору проб. Введ. 01.07.84. М.: Изд-во стандартов, 1984. 29 с.
4. Иванова Л.О. Оценка загрязнения почвенного покрова города / Л.О. Иванова // Экологическая оценка и картографирование состояния городской среды / под ред. С.А. Куролапа и О.В. Клепикова. Воронеж: Цифровая полиграфия, 2014. С. 124-125.

**М.М. Сидоров, В.А. Данилов, М.Л. Яковлева**

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск

### **БЕЗНАДЗОРНЫЕ СОБАКИ Г. ЯКУТСКА**

Для эффективного и вместе с тем гуманного решения вопроса о безнадзорных собаках в городе необходимы серьезные научные исследования в области их экологии популяционной структуры и поведения. К сожалению, до настоящего времени таких исследований в г. Якутске не проводилось, также как и в области оценки численности и популяционной плотности в масштабах города. Малоисследованными остаются такие важнейшие вопросы как динамика численности, не создана система мониторинга популяций безнадзорных собак.

Городская среда не является однородной, что затрудняет процедуру экстраполяции. Для преодоления этого необходимо разработать типологию городской среды, т.е. стратифицировать среду. Тогда процедура экстраполяции проводится для каждого типа среды по отдельности, а затем результаты суммируются [1].

В популяциях безнадзорных собак существуют несколько разных экологических типов, которые ведут себя по-разному (в том числе и по от-

ношению к человеку), используют разные источники корма и по-разному перемещаются в пределах городской среды [2].

Для решения проблемы регулирования численности безнадзорных собак нужно, прежде всего, знать их общую численность и количество в различных районах города (типах среды), популяционные и поведенческие характеристики, места центров социальной активности (дневки) бродячих стай.

Целью данной работы является оценка численности субпопуляции безнадзорных собак г. Якутска на выделенных типах городской среды.

Задачи исследований:

- изучить опыт работ по оценке и регуляции численности, апробировать выбранную методику на выделенных учетных площадках;
- определить численность субпопуляции безнадзорных собак на выделенных типах среды г. Якутска.

*Материал и методы.* Использовался модифицированный метод выборочного учета на пробных площадках [2, 3], расположенных в двух основных типах городской среды (застройки: жилая одно-двухэтажная и жилая многоэтажная). Количество площадок – 12. Пять площадок размещались в центральной части города преимущественно жилой многоэтажной застройки, а остальные 7 – на южной окраине города преимущественно жилой одно-двухэтажной застройки.

Оценка площадей различных типов среды и конкретных площадок производилась с использованием ГИС-технологий: спутниковых снимков и программы SASPlanet, позволяющей обрабатывать космоснимки и определять площади выделенных объектов. На основании проделанной работы были проведены оценки площадей разных типов городской среды в исследованной части города в целом и по выделенным административным округам.

Учет на каждой площадке проводился путем трехкратного обхода всей территории с регистрацией (каждый раз) всех бездомных собак на этой площадке. Для идентификации каждая встречаемая собака фотографировалась для внесения в картотеку базы данных, что позволило описать внешний вид этой собаки, примерный возраст, место ее встречи, состав группы, в которой она находилась во время встречи, и ряд других параметров.

Расчет плотности собак в каждом отдельном квартале городской среды, численности в выделенных типах городской среды, а также расчет статистических ошибок данных производились по апробированной методике [3].

*Результаты и выводы.* Приведен краткий анализ собранного материала в период работ с 2011 по 2014 гг. (таблица). В октябре 2011 года в г. Якутске впервые сотрудниками НИИПЭС СВФУ им. М.К. Аммосова Даниловым В.А. и Ларионовым А.Г. проведена апробация метода учета численности безнадзорных собак [2, 3]. С 2012 г. учеты были продолжены на тех же выделенных пробных площадках города. Результаты учетов и предложения к мероприятиям по регуляции численности безнадзорных собак были апробированы на научных конференциях [4-6]. Учеты проводили

сотрудники лаборатории прикладной зоологии и биоиндикации и аспирант ИЕН СВФУ им. М.К. Аммосова.

В исследованные годы в типах одно-двухэтажной деревянной застройки плотность особей безнадзорных собак с 2011 по 2013 гг. постепенно увеличивалась (в 2011 г. составила 23 особи/км<sup>2</sup>, в 2013 г. 99 особей/км<sup>2</sup>), а потом в 2014 г. уменьшилась до 67 особей/км<sup>2</sup> (рисунок).

Оценка численности в обследованных типах жилой застройки города

Типы среды	Площадь, км <sup>2</sup>	Плотность, особей/км <sup>2</sup>				Численность, особей				Стат. ошибка численности, %			
		2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
Жилая многоэтажная	6,81	19,89	41,59	25,32	3,62	135	283	172	25	8,00	5,53	2,17	18,78
Жилая одно-двухэтажная	3,72	23,02	28,40	99,00	67,54	86	106	368	251	3,76	3,40	1,82	2,20
Всего особей						<b>221</b>	<b>389</b>	<b>540</b>	<b>276</b>				



А Б  
Динамика плотности особей безнадзорных собак в период с 2011 по 2014 гг.

В типе среды «многоэтажные каменные застройки» плотность особей безнадзорных собак была относительно ниже, чем в предыдущих типах: в 2011 г. она составила 20 особей/км<sup>2</sup>, в период 2012-2013 гг. имела максимальное значение – 41 особей/км<sup>2</sup>, а затем снизилась в 2014 г. до значения – 3,6 особей/км<sup>2</sup>.

Таким образом, по нашим данным, общая численность безнадзорных собак в г. Якутске в 2013 году достигла максимального значения – 540 особей на км<sup>2</sup>, а в 2014 году снизилась в два раза.

## Литература

1. Коли Г. Анализ популяций позвоночных / Г. Коли. М.: Мир, 1979. 362 с.

2. Верещагин А.О. Методы оценки численности бездомных собак в городе / А.О. Верещагин, А.Д. Поярков, К.С. Горячев // Тез. докл. VI съезда териологического общества. М., 1999. 47 с.
3. Челинцев Н.Г. Математические основы учета животных / Н.Г. Челинцев. М., 2000. 431 с.
4. Данилов В.А. Учет безнадзорных собак г. Якутска и предложения к мероприятиям по регуляции их численности / В.А. Данилов, М.М. Сидоров, В.А. Данилов // Научные и инновационные основы Стратегии социально-экономического развития городского округа «город Якутск» на период до 2030 года: науч.-практ. конф., Якутск, 19–20 декабря 2012 г. Якутск: КнигоГранд, 2013. 456 с.
5. Данилов В.А. Учет бездомных собак г. Якутска / В.А. Данилов, М.М. Сидоров, В.А. Данилов. Наука и образование. 2014. № 2. С. 69-72.
6. Данилов В.А. Состояние численности безнадзорных собак г. Якутска / В.А. Данилов, М.М. Сидоров, В.А. Данилов // Зоологические исследования регионов России и сопредельных территорий: мат. III Междунар. науч. конф. Н. Новгород: НГПТУ им. К. Минина, 2014. С. 271-275.

### **Е.М. Студеникина**

Воронежская государственная медицинская академия им. Н.Н. Бурденко

## **ВКЛАД ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА В ФОРМИРОВАНИЕ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ**

Загрязнение атмосферного воздуха является основным фактором риска для здоровья населения промышленных городов [2]. Региональными исследованиями, проведенными в промышленно развитом городе Воронеже, показано, что принятие целенаправленных управленческих решений в данной сфере основано на использовании комплексной методологии геоэкологических исследований [1, 5].

Вместе с тем многие вопросы данной методологии применительно к оценке вклада загрязнения атмосферного воздуха в формирование заболеваемости детского населения остаются не до конца разработанными или дискуссионными.

В этой связи в нашем исследовании на основе совершенствования методологии научно-методического обеспечения мониторинга зон экологического риска, связанных с загрязнением воздушного бассейна, предложена взаимосвязанная совокупность методов анализа, обеспечивающая решение данной экологической задачи.

Нашими исследованиями, проведенными на примере крупного промышленно развитого города Воронежа, на основе применения методологии оценки риска для здоровья, вероятностно-статистических методов совокупного анализа заболеваемости населения и уровня техногенной на-

грузки на воздушную среду показан вклад аэротехногенного загрязнения в формировании повышенного риска заболеваемости детского населения.

Целью исследования являлась оценка вклада уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Воронежа в формирование заболеваемости детского населения (дети до 14 лет включительно).

Для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха использованы данные мониторинга атмосферного воздуха ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» за 2010–2014 годы и о заболеваемости детей по данным обращаемости в лечебно-профилактические учреждения за медицинской помощью.

Мониторинг аэротехногенного загрязнения в г. Воронеже ведется по 16 приоритетным веществам на 5 маршрутных постах наблюдения (систематически) и по жалобам населения (периодически), с определением концентраций оксида углерода, диоксида серы, диоксида азота, формальдегида, взвешенных веществ, свинца, сажи, фенола, оксида марганца, оксида железа, оксида хрома<sup>+6</sup>, оксида меди, 1,3-бутадиена, озона, акролеина, стирола.

Анализ данных в разрезе 12 внутригородских территорий обслуживания детских поликлиник показал, что уровни заболеваемости детского населения сильно различаются. Различия средних многолетних уровней заболеваемости по территориям достигают 2 раз: от 801,1 до 1546,1 случаев заболеваний на 1000 детей, в том числе по болезням органов дыхания от 475,4 до 965,2 случаев на 1000 детей.

При выполнении оценки взаимосвязи загрязнения атмосферного воздуха и заболеваемости детей на основе применения алгоритма корреляционного анализа установлено, что из 16 лабораторно контролируемых загрязнителей атмосферного воздуха для 10 выявлены статистически достоверные взаимосвязи с уровнями заболеваемости детей по отдельным классам болезней ( $p < 0.05$ ,  $t_{\text{расч.}} > t_{\text{табл.}}$ ). Число статистически значимых связей составляет для диоксида серы – 6, взвешенных веществ – 3, формальдегида – 3, диоксида азота – 2, оксида углерода – 2, оксида хрома – 2, акролеина – 2, оксида марганца, оксида железа и стирола – по 1 статистически значимой связи.

При этом наибольшее число статистически значимых связей из анализируемых классов болезней приходится на болезни органов дыхания (первое ранговое место), уровень заболеваемости детей по которым, по результатам корреляционного анализа, во многом обусловлен воздействием взвешенных веществ, оксида серы IV, оксида углерода, оксида азота IV, оксида хрома VI и формальдегида (коэффициенты парной корреляции  $r$  – от 0,58 до 0,71, при  $t_{\text{расч.}} = 2,26 \div 3,16 > t_{\text{крит.}} = 2,23$ ). Второе ранговое место по числу статистически значимых связей занимают врожденные аномалии, уровень которых коррелирует с концентрациями в атмосферном воздухе оксида азота IV, оксида углерода, стирола, взвешенных веществ, оксида хрома ( $r$  – от 0,64 до 0,78, при  $t_{\text{расч.}} = 2,62 \div 4,00 > t_{\text{крит.}} = 2,23$ ). Третье ранговое

место в болезнях «аэротехногенного риска» занимают новообразования, для которых выявлены статистически значимые взаимосвязи с концентрациями акролеина и оксида марганца IV ( $r$  составляет 0,79 и 0,61 соответственно, при  $t_{\text{расч.}}=4,10$  и  $2,41 > t_{\text{крит.}}=2,23$ ).

Сравнивая и обобщая наши результаты с ранее проведенными региональными работами [3, 4], можно сделать вывод о том, что к числу наиболее информативно значимых показателей загрязнения атмосферного воздуха с точки зрения влияния на уровень заболеваемости населения в условиях города Воронежа следует отнести концентрации диоксида серы, пыли, формальдегида, диоксида азота, оксида углерода, оксида хрома, акролеина.

С точки зрения применения методологии оценки риска здоровью при хроническом воздействии были выявлены 4 вещества (оксид серы IV, оксид азота IV, формальдегид, взвешенные вещества), для которых коэффициенты опасности, характеризующие неканцерогенный риск, превышали приемлемый уровень ( $HQ > 1$ ), что в целом согласуется с результатами корреляционного анализа.

Применение двух разных методических подходов (методологии оценки риска и алгоритма корреляционного анализа) в целом подтверждает имеющее место негативное влияние загрязнения атмосферного воздуха на состояние здоровья населения промышленного города. Сделанные выводы следует учитывать при планировании и реализации природоохранных мероприятий и мероприятий по профилактике заболеваемости детского населения на территории промышленно развитого города Воронежа.

## Литература

1. Виноградов П.М. Геоинформационное обеспечение медико-экологического мониторинга городской среды (на примере города Воронежа) / П.М. Виноградов, С.А. Куролап, О.В. Клепиков // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2014. № 4. С. 39–47.
2. Клепиков О.В. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха промышленного города по данным систематического мониторинга / О.В. Клепиков, Н.А. Борисов // Роль науки в развитии общества: сб. статей Междунар. науч.-практ. конф. Воронеж: Научный центр «Аэтерна», 2014. С. 310–313.
3. Клепиков О.В. Оценка влияния уровня загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость детского населения промышленно развитого города / О.В. Клепиков, И.С. Ильина, В.Д. Болдырев // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2014. № 57. С. 29–35.
4. Клепиков О.В. Оценка аэротехногенного риска для здоровья населения промышленного города / О.В. Клепиков, С.А. Куролап, И.А. Журихина // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2014. Т. 13. №3. С. 629–638.
5. Куролап С.А. Методические подходы к комплексной оценке и картографированию экологического состояния территории крупного промышленного города / С.А. Куролап, О.В. Клепиков // Экологическая оценка и картографирование состояния городской среды. Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2014. С. 5–29.

**РЕАКЦИЯ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА  
БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA* ROTH.)  
НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ВЫБРОСАМИ  
МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА (г. Карабаш, Челябинская область)**

Важную роль в оздоровлении воздушного бассейна играют древесные растения, которые выступают в роли естественного фитофильтра, аккумулируют и частично дезактивируют токсичные вещества [2, 4, 5, 7–11].

Реакция растений в условиях техногенеза во многом определяется характером техногенного загрязнения – химическим составом поллютантов, интенсивностью и периодичностью выбросов [1, 6]. В связи с этим при оценке устойчивости и успешности формирования защитных насаждений вопрос оценки особенностей адаптации древесных растений в условиях техногенного загрязнения среды занимает ключевое положение.

Город Карабаш расположен в северо-западной части Челябинской области. Территория 68,6 тыс. га (в т.ч. земли сельскохозяйственного назначения – 2,8 тыс. га, земли лесного фонда – 56,7 тыс. га, особо охраняемые территории – 95,0 га). Город Карабаш известен как длительно функционирующая (с 1910 г.) база меднорудной промышленности. При производстве меди из концентрата медной руды образуется большое количество вредных веществ, в основном газов, таких, например, как производные свинца, серы, мышьяка и, собственно, меди. В результате многолетней деятельности Карабашского медеплавильного завода в городе сложилась крайне неблагоприятная экологическая обстановка – значительные площади нарушенных земель, загрязнение почв, атмосферного воздуха, водоемов, подземных вод вредными веществами, гибель растительности [3].

Был произведен подбор и закладка временных пробных площадей с доминированием березы повислой (*Betula pendula* Roth.) на территории г. Карабаша. Одна пробная площадь была заложена непосредственно вблизи Карабашского медеплавильного завода, другая – в селитебной зоне г. Карабаша. Отбор образцов производили в августе 2014 года в районе действия Карабашского медеплавильного завода.

В соответствии с принятыми методами проводились измерения листьев березы правой и левой половинок листа по 5 признакам: 1-й признак – ширина левой и правой половинок листа; 2-й признак – длина жилки второго порядка от основания листа, 3-й признак – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка, 4-й признак – расстояние между



концами этих жилок, 5-й признак – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

Интегральный показатель стабильности развития березы повислой на территории промышленной зоны г. Карабаша составляет 0,060. Наименьший показатель величины асимметрии 0,052. Наибольший показатель величины асимметрии 0,081 (табл. 1).

Таблица 1

Морфометрические признаки листовой пластины березы повислой (*Betula pendula* Roth.) на территории г. Карабаша (промышленная зона)

№ дерева	Номер признака					Величина асимметрии
	1	2	3	4	5	
1	0,046	0,119	0,080	0,050	0,042	0,067
2	0,048	0,027	0,097	0,061	0,028	0,052
3	0,040	0,026	0,128	0,085	0,039	0,063
4	0,036	0,022	0,114	0,088	0,031	0,058
5	0,040	0,028	0,105	0,053	0,037	0,053
6	0,062	0,017	0,133	0,040	0,053	0,061
7	0,044	0,037	0,196	0,089	0,042	0,081
8	0,032	0,028	0,097	0,065	0,039	0,052
9	0,057	0,021	0,077	0,077	0,037	0,054
10	0,051	0,026	0,109	0,069	0,030	0,057
По итогам выборки:						X=0,060

Интегральный показатель стабильности развития березы повислой на территории селитебной зоны г. Карабаша составляет 0,059. Наименьший показатель величины асимметрии 0,044. Наибольший показатель величины асимметрии 0,083 (табл. 2).

Таблица 2

Морфометрические признаки листовой пластины березы повислой (*Betula pendula* Roth.) на территории г. Карабаша (селитебная зона)

№ дерева	Номер признака					Величина асимметрии
	1	2	3	4	5	
1	0,042	0,020	0,092	0,044	0,022	0,044
2	0,065	0,020	0,130	0,066	0,037	0,063
3	0,049	0,028	0,113	0,056	0,021	0,053
4	0,099	0,040	0,172	0,054	0,049	0,083
5	0,044	0,021	0,074	0,068	0,038	0,049
6	0,083	0,032	0,070	0,091	0,039	0,063
7	0,053	0,021	0,083	0,054	0,048	0,052
8	0,057	0,024	0,108	0,060	0,019	0,053
9	0,088	0,035	0,121	0,106	0,023	0,074
10	0,059	0,024	0,075	0,069	0,038	0,053
По итогам выборки:						X=0,059

Величина показателя стабильности развития, как в промышленной зоне, так и в селитебной зоне практически не отличается (соответственно 0,060 и 0,059). Наименьший показатель величины асимметрии по двум

пробным площадям 0,044 – селитебная зона. Наибольший показатель величины асимметрии 0,083 – также на территории селитебной зоны.

По результатам однофакторного дисперсионного анализа наибольший (по пяти признакам) коэффициент вариации 278,66 выявлен по второму признаку (длина жилки второго порядка от основания листа) (табл. 3).

По результатам t-критерия Стьюдента между результатами, полученными в промышленной и в селитебной зоне, есть статистически значимые различия по первому признаку (ширина левой и правой половинок листа) (табл. 4).

Таблица 3

Однофакторный дисперсионный анализ

Признак	среднее значение		стандартное отклонение		ошибка		коэффициент вариации		Сумма	
	пром. зона	селитеб. зона	пром. зона	селитеб. зона	пром. зона	селитеб. зона	пром. зона	селитеб. зона	пром. зона	селитеб. зона
1	0,04548	0,06386	0,03849	0,0454	0,003849	0,00454	84,62	71,10	4,548	6,386
2	0,03521	0,02661	0,09811	0,0191	0,009811	0,00191	278,66	71,78	3,521	2,661
3	0,1136	0,1039	0,08318	0,08218	0,008318	0,008218	73,21	79,10	11,36	10,39
4	0,06787	0,06666	0,05099	0,04572	0,005099	0,004572	75,12	68,58	6,787	6,666
5	0,03799	0,03346	0,03016	0,02824	0,003016	0,002824	79,40	84,41	3,799	3,346

Таблица 4

T-тест

Признак	P	Достоверность отличий	T-критерий Стьюдента	df	M ± m		Различия между значениями	Доверительный интервал	Средне-квадратическое отклонение
					пром. зона	сел. зона			
1	0,0023	есть	3,087	198	0,04548 ± 0,003849	0,06386 ± 0,004540	-0,01837 ± 0,005952	-0,03004 -0,006707	0,04591
2	0,391	нет	0,8597	198	0,03521 ± 0,009811	0,02661 ± 0,001910	0,008593 ± 0,009995	-0,01100 0,02818	0,003719
3	0,4063	нет	0,8321	198	0,1136 ± 0,008318	0,1039 ± 0,008218	0,009730 ± 0,01169	-0,01319 0,03265	0,003485
4	0,8596	нет	0,1771	198	0,06787 ± 0,005099	0,06666 ± 0,004572	0,001213 ± 0,006848	-0,01221 0,01463	0,0001584
5	0,2744	нет	1,096	198	0,03799 ± 0,003016	0,03346 ± 0,002824	0,004528 ± 0,004132	-0,003570 0,01263	0,006029

По результатам f-критерия Фишера между результатами, полученными в промышленной и в селитебной зоне, есть статистически значимые различия по второму признаку (P<0,0001) (длина жилки второго порядка от основания листа) (табл. 5).

Таблица 5

## Параметрический статистический тест (F критерий Фишера)

Признак	F	DFn	DFc	P	Дисперсия (достоверность отличий)
1	1,392	99	99	0,0509	нет
2	26,37	99	99	P<0,0001	<b>есть</b>
3	1,025	99	99	0,4521	нет
4	1,244	99	99	0,1396	нет
5	1,141	99	99	0,257	нет

Анализ полученных данных свидетельствует о равномерном загрязнении как в промышленной, так и в селитебной зоне. Несмотря на экстремальные условия, условия с высокой степенью загрязнения атмосферного воздуха и почв тяжелыми металлами насаждения березы повислой относятся к категории «сильно ослабленные» и успешно произрастают на территории г. Карабаша.

## Литература

1. Амиров Р.О. Выбросы промышленных предприятий городов Баку и Сумгаита и их влияние на зеленые насаждения / Р.О. Амиров, А.Р. Исмаилов // Растительность и промышленные загрязнения. Охрана природы на Урале: Свердловск: Академия Наук СССР Уральский филиал, 1966. С. 37–39.
2. Байжанова М.К. Пылезадерживающая способность листьев некоторых древесных пород / М.К. Байжанова // Роль растений в оздоровлении воздушного бассейна городов Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1982. С. 36–42.
3. Бачурина А.В. Влияние промышленных поллютантов ЗАО «Карабашмедь» на состояние прилегающих лесных насаждений: автореф. дис. ... канд. сельхоз. наук / А.В. Бачурина. – Екатеринбург 2008. 16 с.
4. Гетко Н.В. Растения в техногенной среде. Структура и функция ассимиляционного аппарата / Н.В. Гетко. Минск: Наука и техника, 1989. 208 с.
5. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения / Г.М. Илькун. Киев: Наукова думка, 1978. 246 с.
6. Кулагин А.Ю. Тополя в Предуралье: дендрэкологическая характеристика и использование / А.Ю. Кулагин, И.Р. Кагарманов, Л.Н. Блонская. Уфа: Гилем, 2000. 124 с.
7. Кулагин Ю.З. Индустриальная дендрэкология и прогнозирование. М.: Наука, 1985. 117 с.
8. Кулагин Ю.З. О газоаккумулирующей функции древесных растений / Ю.З. Кулагин, С.А. Сергейчик // Экология. 1982. № 6. С. 9–14.
9. Мальков Ю.Г. Пылезадерживающая способность городских зеленых насаждений / Ю.Г. Мальков // Лесной журнал. 1986. № 6. С. 113–115.
10. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений / В.С. Николаевский. Новосибирск: Наука, 1979. 280 с.
11. Ситникова А.С. Влияние промышленных загрязнений на устойчивость растений / А.С. Ситникова. Алма-Ата: Наука, 1990. 88 с.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ  
МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ВОДЕ НИЖНЕЙ ВОЛГИ  
И ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОМ ТРАКТЕ ЖИТЕЛЕЙ  
Г. АСТРАХАНИ**

Человек в течение всей своей жизни находится под постоянным воздействием целого спектра факторов окружающей среды – от экологических до социальных [5]. Оценка фактического состояния окружающей среды невозможна без знания экологической обстановки в водоемах, которая формируется под влиянием сложного комплекса взаимодействующих природных и антропогенных процессов [1]. Повышение уровня содержания в воде опасных элементов (металлов и металлоидов) происходит вследствие непосредственного сброса сточных вод металлургических производств в озера и реки, площадного смыва с промышленных и урбанизированных территорий, выпадение из загрязненной атмосферы, выщелачивание кислотными осадками из минерального окружения на водосборе [2].

В настоящее время бассейн Нижней Волги относится к антропогенно нагруженным водоемам. Определяющими факторами, формирующими качество вод Нижней Волги, традиционно являются поступление загрязняющих веществ с возвратными водами коммунального хозяйства и промышленных предприятий, судоходства, аварийных ситуаций, ливневых и коллекторно-дренажных вод, объектов сельского хозяйства, а также перенос загрязняющих веществ из регионов, расположенных выше по течению р. Волги [3].

В комплексе это приводит к обогащению вод большим спектром микроэлементов, многие из которых токсичны для человека и влияют на содержание уровня микроэлементов в организме человека. В частности, рассматривается сравнительный анализ распространенных элементов в природных водах и содержание данных элементов в желудочно-кишечном тракте жителей г. Астрахани.

Основное назначение желудочно-кишечного тракта – превращение пищи в такие молекулы, которые могут всасываться в кровь и транспортироваться в другие органы [6]. Система пищеварения обеспечивает механическую и химическую обработку пищи, осуществляет всасывание конечных продуктов распада в кровь и лимфу, транспортирует к клеткам и тканям питательные вещества, выполняет энергетическую и пластическую функции [4]. Отсюда следует, что желудочно-кишечный тракт является одной из главных систем биоаккумуляции и распространения в организме микроэлементов, поступающих с питьевой водой.

К распространенным в природных водах загрязняющим веществам относятся тяжелые металлы Mn, Cu, Ni, Co, Zn, Pb, Cd, которые поступают в водную среду как из техногенных, так и из природных источников [1]. Количественное соотношение тяжелых металлов в водных объектах питьевого назначения и питьевых водах при подаче населению и в желудочно-кишечном тракте жителей г. Астрахани представлено в таблице. Содержание микроэлементов в организме имеет следующий вид (мг):

Количественное соотношение тяжелых металлов в водных объектах питьевого назначения и в желудочно-кишечном тракте жителей г. Астрахани

Место накопления	Ряд микроэлементов
<b>Мужчины</b>	
Питьевая вода	Cd < Co < Ni < Pb < Mn < Cu < Zn
Желудок	Co < Cd < Mn < Cu < Ni < Pb < Zn
Тонкая кишка	Co < Cd < Mn < Cu < Ni < Pb < Zn
Толстая кишка	Co < Cd < Cu < Mn < Pb < Ni < Zn
<b>Женщины</b>	
Питьевая вода	Cd < Co < Ni < Pb < Mn < Cu < Zn
Желудок	Co < Ni < Cd < Pb < Mn < Cu < Zn
Тонкая кишка	Co < Pb < Ni < Cd < Cu < Mn < Zn
Толстая кишка	Co < Ni < Pb < Cd < Mn < Cu < Zn

Женщины – желудок: Co – 0,004; Ni – 0,05; Pb – 0,06; Cd – 0,72; Mn – 0,76; Cu – 3,22; Zn – 18,09; тонкая кишка: Co – 0,003; Ni – 0,05; Cd – 0,19; Pb – 0,09; Cu – 1,26; Mn – 2,39; Zn – 8,2; толстая кишка: Co – 0,003; Ni – 0,03; Pb – 0,05; Cd – 0,17; Mn – 0,99; Cu – 2,32; Zn – 11,44.

Мужчины – желудок: Co – 0,051; Ni – 0,39; Cd – 0,44; Pb – 0,52; Mn – 2,05; Cu – 3,94; Zn – 31,68; тонкая кишка: Co – 0,007; Pb – 0,18; Ni – 0,22; Cd – 0,28; Cu – 5,91; Mn – 6,18; Zn – 33,58; толстая кишка: Co – 0,018; Ni – 0,27; Pb – 0,28; Cd – 0,38; Mn – 3,18; Cu – 5,16; Zn – 30,96.

Полученные данные позволяют сделать предположения о связи геохимической обстановки и качества окружающей среды с качеством продуктов питания, так как пестициды, удобрения, тяжелые металлы и органические соединения могут накапливаться в воде, в организме сельскохозяйственных животных, овощах и фруктах местного производства и в дальнейшем мигрировать в организм человека.

## Литература

1. Эколого-токсикологическая характеристика Волго-Каспийского бассейна в условиях антропогенного воздействия на биоресурсы и среду обитания / Д.Н. Катутин, Т.Ф. Курочкина, Б.М. Насибулина, А.А. Воробьева, О.Н. Рылина. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2002. С. 37–41.
2. Ковальский В.В. Геохимическая экология / В.В. Ковальский. М.: Наука, 1974. 269 с.
3. Материалы к Государственному докладу о состоянии природной среды РФ по Астраханской области за 1999 г. Астрахань: Изд-во ООО «ЦНТЭП», 2001. 168 с.

4. Фирсова С. Нормальная физиология. Курс лекций. [Электронный ресурс] / С. Фирсова. Режим доступа: <http://www.e-reading.link/book.php?book=103740>.
5. Шадрина Л.В. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье человека / Л.В. Шадрина, В.Д. Пексакова. Пенза: Изд-во ПГСХА, 2003. С. 155-157.
6. Шмидт Р. Физиология человека: в 3 т. / Р. Шмидт, Г. Тевс.. М.: Мир, 1996. 198 с.

**О.А. Таранкова, Е.В. Гераськина, Ю.Л. Кузнецова,  
Н.Б. Валетова, Л.Л. Семенычева**

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

## **ОТХОДЫ ПИЩЕВОЙ РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАК ИСТОЧНИК КОСМЕТИЧЕСКОГО КОЛЛАГЕНА**

Рациональное использование белоксодержащих отходов переработки рыбной продукции (кости, кожа и т.д.) – актуальная, требующая высоко-профессионального подхода экологическая проблема.

В настоящее время наиболее распространенная технология для переработки данного вида отходов – производство кормовой рыбной муки и рыбьего жира [1]. Однако, во-первых, данное производство обладает рядом серьезных недостатков: высокая энергоемкость при сравнительно невысокой стоимости готового продукта и тяжелейшие условия труда [2]. Во-вторых, оно не позволяет в полной степени использовать потенциал биоресурса. Низкая степень переработки отходов приводит к загрязнению окружающей среды и нарушению Международной конвенции по предотвращению загрязнения морей сбросами отходов и других материалов. Все это свидетельствует о том, что существующая система утилизации белковых отходов крайне неудовлетворительна.

В это время белковый компонент – коллаген и продукты его гидролиза, технологии, переработки которых имеют высокий коммерческий потенциал, в настоящее время не участвует в целевом извлечении и сохранении отчасти и из-за недостаточности технологического оформления данного направления.

Создание коллагенсодержащих продуктов в настоящее время востребовано во многих сферах экономики. Такие свойства, как стимуляция регенерации собственных тканей человеческого организма, высокая механическая прочность, способность связывать воду и наряду с этим образовывать комплексы с биологически активными веществами, отсутствие токсичности и канцерогенности, позволяют говорить о высокой перспективности применения коллагенсодержащих продуктов в качестве компонентов косметических и медицинских препаратов [3].

В связи с этим важной задачей является разработка методик выделения коллагена, которые, в первую очередь, определяют качество и направления его дальнейшего использования.

Проведенные предварительные исследования рыбной кожи – потенциального сырья для получения коллагеновых препаратов позволили оценить содержание в ней белкового компонента. Например, для представителей лососевых содержание белкового компонента составляет 15–20%. Выделение коллагенового компонента по методу [4] нами было предложено осуществлять путем экстракции с применением растворов различных органических кислот, поскольку направление дальнейшего использования продукта служит значительным ограничителем при выборе кислоты.

Эффективность выделения коллагена с применением различных видов экстрагентов приведена в таблице.

Сравнительная таблица эффективности экстракции коллагеновых белков из кожи лососевых рыб

Характеристики коллагеновой субстанции	Вид экстрагента				
	аскорбиновая кислота	лимонная кислота	янтарная кислота	уксусная кислота	салициловая кислота
Массовая доля коллагена, %	4.75	4.56	4.96	5.70	1.48
Выход коллагена относительно исходного сырья, %	23.75	22.80	24.80	28.50	7.40

Из представленных данных видно, что растворы коммерчески доступных органических кислот позволяют достаточно полно проводить извлечение коллагеновых белков. Однако экстракты из уксусной кислоты необходимо дополнительно очищать (нейтрализовать, высушивать) ввиду сильного раздражающего ее действия на кожные покровы. Много более приемлемым вариантом для создания мягких форм (кремов, гелей) в этом отношении являются слабые органические кислоты (янтарная, лимонная, салициловая, аскорбиновая).

Определение качественного и количественного состава полученных растворов биополимеров произведено с применением методики [5].

Таким образом, полученные данные могут быть успешно использованы в дальнейшем для получения широкого спектра продуктов медицинского и косметического назначения.

*Работа выполнена в Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского при поддержке Министерства образования и науки РФ (задание №2014/134, соглашение от 27 августа 2013 г. № 02.В.49.21.0003) с использованием оборудования ЦКП «Новые материалы и ресурсосберегающие технологии» (проект RFMEFI59414X0005).*

## Литература

1. Воробьев В.И. Использование рыбного коллагена и продуктов его гидролиза / В.И. Воробьев // Известия КГТУ. 2008. № 13. С. 55–58.
2. Максимова Е.М. Разработка технологии утилизации белковых отходов методом ферментативного гидролиза / Е.М. Максимова // Вестник МГТУ. 2006. Т. 9. № 5. С. 875–879.
3. Применение коллагена рыб в современной косметологии / Трегубова Е.Д., Антипова Л.В., Хаустова Г.А., Данылиев М.М. // Успехи современного естествознания. 2011. № 7. С. 220.
4. Пат. 2314352 РФ. Способ обработки коллагенсодержащего сырья / Титов А.О., Титов О.П., Титова И.И. 2008.
5. Разработка подходов к экспрессному анализу коллагеновых белков с применением метода гель-проникающей хроматографии / Гераськина Е.В., Кузнецова Ю.Л., Валетова Н.Б., Таранкова О.А., Маткивская Ю.О., Чухманов Е.П., Астанина М.В., Семенычева Л.Л. // Вестник Нижегородского университета. 2014. № 4 (1). С. 164–168.

**Ю.Г. Таций, Т.И. Моисеенко, Н.А. Гашкина**

Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН,  
г. Москва

### **БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОВИНЦИЙ И МИКРОЭЛЕМЕНТОЗОВ У НАСЕЛЕНИЯ ИНДУСТРИАЛЬНО РАЗВИТЫХ РЕГИОНОВ**

В индустриально развитых регионах, особенно там, где существуют горнообогатительные, металлургические и плавильные производства, в результате интенсивного техногенного воздействия на окружающую среду наряду с природными возникли техногенные биогеохимические провинции, требующие пристального внимания, особенно с точки зрения влияния на здоровье населения. Изучение миграции и распределения токсичных элементов в почвах, донных отложениях, водах в таких регионах показало высокую степень загрязнения окружающей среды (включая селитебные территории) тяжелыми металлами. Токсичные элементы – Cd, Pb, Ni, Zn, Cu, Hg, As – рассматривали как информативные элементы-индикаторы в биообъектах (растения, рыба, грызуны).

В качестве полигонов для проведения исследований были выбраны объекты в разных климатических зонах – комбинат «Североникель» (г. Мончегорск Мурманской области) и медеплавильный комбинат ЗАО «Карабашмедь» (г. Карабаш Челябинской области).

Согласно статистике, наиболее значимыми на Кольском Севере являются болезни системы кровообращения, новообразования, болезни органов дыхания, мочеполовой системы, органов пищеварения, причем самые высокие показатели заболеваемости у населения, потребляющего воду из



оз. Имандра и Монче с наиболее высоким уровнем содержания металлов. Это позволило предположить, что в организме человека происходит накопление техногенно привнесенных металлов, которые могут обуславливать повышенную заболеваемость населения.

Достоверность влияния загрязнения питьевых вод на здоровье населения доказана исследованием содержания металлов в печени и почках, для чего отбирали патологоанатомический материал у людей, проживавших в данной местности не менее 10 лет и не работавших на предприятиях с высокой вредностью труда. Аккумуляция ТМ в печени жителей г. Мончегорска от 2 до 10 раз выше нормы, а в почечной ткани – концентрации  $Cu$  и  $Cd$  в 10–50 раз выше нормы. Интересно, что, несмотря на основное загрязнение вод в регионе  $Ni$  и  $Cu$ , наибольшей способностью к аккумуляции в почках человека обладает  $Cd$ .

Одновременный анализ гистологических препаратов посмертно обследованных пациентов, у которых отбирались органы на содержание тяжелых металлов, изучение историй болезней и протоколов патологоанатомических вскрытий позволило выявить протекавшие латентно формы заболеваний, связанные с нарушением функции печени и почек. Большинство обнаруженных дистрофий имело токсическую этиологию. Все эти заболевания не инфекционного характера, и наиболее вероятно, что в основе их этиологии и патогенеза лежала хроническая интоксикация металлами.

Корреляционный анализ заболеваемости с усредненными данными по качеству питьевых вод и степени накопления металлов подтверждает ведущее влияние загрязнения питьевых вод металлами на здоровье населения. Частота встречаемости патологии почек имеет высокий коэффициент корреляции с концентрацией в воде  $Cd$ ,  $Co$  и  $Pb$ . Аналогичные корреляции получены для желудочно-кишечных заболеваний, заболеваний печени и кровеносной системы. Высокие коэффициенты корреляции различных заболеваний и патологий систем и органов имеют также  $Ni$ ,  $Cu$  и  $Zn$ .

На Южном Урале крайне неблагоприятная экологическая ситуация сложилась вокруг Карабашского медеплавильного комбината. После коренной модернизации с 2005 г. произошло резкое снижение атмосферных выбросов, однако индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) все еще оценивают как «высокий», а экологическая ситуация в регионе остается крайне сложной. Анализ проб воды, почв, донных отложений, рыб показал, что практически все население г. Карабаша продолжает жить в условиях сверхнормативного воздействия атмосферных выбросов, чрезвычайно высокого загрязнения почвы тяжелыми металлами, загрязнения поверхностных водных источников. Практически все население проживает в импактной зоне влияния комбината.

Анализ воды из оз. Серебры, являющегося одним из источников питьевого водоснабжения, показал превышение нормативов для питьевых вод по  $As$  и  $Sb$ , а рыбохозяйственных нормативов – по  $Hg$ ,  $Pb$ ,  $Cu$ ,  $Zn$  и  $Mo$ .

В поверхностном слое донных отложений оз. Серебры многократно превышены допустимые концентрации по Cu, Ni, As, Cd, Pb и Hg.

Концентрации тяжелых металлов и металлоидов в почвах многократно превышают ПДК и ОДК для почв, а суммарный показатель загрязнения  $Z_c$  в импактной зоне соответствует зоне экологического бедствия. В этих условиях хроническое пероральное поступление в организм человека вредных веществ из почвы может быть причиной таких заболеваний как злокачественные новообразования, болезни центральной нервной системы, почек, крови, нарушения развития организма и репродуктивной функции, а также биохимических и гормональных нарушений. Механизм такого воздействия обосновывают как случайное заглатывание частиц почвы (пыли) с грязных рук.

В первую очередь загрязнение сказывается на детях. По официальным данным за 2011 г., по риску развития анемии и мочекаменной болезни среди детей Карабаш относится к зоне экологического бедствия, а по астме и астматическому статусу – зоне критической экологической ситуации. У детей лидирует заболеваемость верхних дыхательных путей, затем – простуда и врожденные патологии желудочно-кишечного тракта. Это в итоге приводит к снижению иммунитета, развитию множества болезней, зачастую с хронизацией патологического процесса, задержке умственного и физического развития.

Среди взрослого населения первое место занимают заболевания сердечно-сосудистой системы, на втором – дорожные травмы и онкология, на третьем – ОРВИ, заболевания костно-мышечной системы. По первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями Карабаш относится к зоне напряженной экологической ситуации, занимая в области 15 место, но по раку желудка – к зоне критической экологической ситуации. В Карабаше в течение многих лет остается постоянно высоким показатель смертности населения, значительно превышающий как российский, так и областной уровень.

Анализ данных медицинской статистики и загрязнителей окружающей среды, характерных для медеплавильного производства, позволяет предположить прямую зависимость между повышенным содержанием тяжелых металлов и металлоидов в среде обитания и повышенной заболеваемостью. Современные эпидемиологические исследования показывают связь содержания кислотных аэрозолей (особенно совместно со взвешенными частицами) в атмосфере с респираторными и сердечными заболеваниями, особенно у детей.

Повышенная смертность и заболеваемость населения, включая новообразования, замедленное развитие детей и подростков с большой долей вероятности обусловлены многоэлементным хроническим загрязнением окружающей среды в результате деятельности металлургической отрасли. В

более теплом климате возможна более высокая проникающая способность токсичных элементов в организм.

Выявление закономерностей биоаккумуляции токсичных элементов в биологических объектах (растительности, рыбах) в зависимости от климатических условий позволило выделить наиболее информативные биогеохимические индикаторы техногенных аномалий, позволяющих оперативно определить потенциальную опасность загрязнения, а также избытка токсичных микроэлементов для человека.

Проведенные исследования показали необходимость постоянного мониторинга воздушной и водной среды, без которого невозможна реабилитация загрязненных территорий. Особое значение среди предлагаемых мер должно иметь комплексное профилактическое обследование населения, в первую очередь детей, с целью не только выявления заболеваний, но и выяснения их связи с загрязнением окружающей среды. Создание комфортных условий проживания и снижение риска заболеваемости при неблагоприятной экологии в различных природно-климатических зонах имеет важное значение для фундаментальной медицины.

### **З.Д. Тилляходжаева**

Научно-исследовательский гидрометеорологический институт –  
Нигми Узгидромета, г. Ташкент

## **ВОДОИСТОЧНИКИ, АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ**

Малые реки Узбекистана подвержены сильному антропогенному влиянию, которое характеризуется не только изменением гидрологического режима, но и загрязнением. Сбросы отработанных вод промышленных и сельскохозяйственных предприятий негативно сказываются на здоровье населения. Выявление химических загрязнений поверхностных и подземных водоемов и их взаимосвязей с заболеваемостью населения имеет практическую значимость при разработке стратегий управления водными ресурсами.

Человечество сделало многое из того, что изменило биогеографическую среду в целом, нарушая функционирование экосистем и цепочки круговоротов химических элементов. Эти изменения усиливают свое влияние на здоровье людей, для которых последствия их деятельности с каждым днем все больше и больше сказываются на их благополучии. К числу таких проблем относится и полноценное использование водных объектов, и обеспечение населения безопасной питьевой водой.

Исследователи, изучая особенности состава химических элементов в водных объектах региона, а именно в подземных и поверхностных водах, определяют их избыток или недостаток, могут прогнозировать и предупреждать целый ряд эндемических заболеваний, связанных с микроэлементным составом воды питьевого назначения. Имея такие данные, можно установить с разной степенью достоверности структуру заболеваемости населения, анализируя качественные и количественные характеристики антропогенного загрязнения территории.

Подземные воды в большинстве случаев сохраняют высокие показатели качества воды по сравнению с поверхностными водоисточниками. Благодаря этому обстоятельству использование подземных вод в питьевых и хозяйственно-бытовых целях увеличивается в масштабах и интенсивности [1]. Особенно интенсивно ресурсы малых рек используются в густонаселенных промышленных районах и с развитой структурой сельскохозяйственного производства, каковой является Ташкентская область.

Значительная антропогенная нагрузка на водные ресурсы в таких условиях оказывает существенное влияние на изменение качества воды, ее загрязнение различными химическими элементами, которые, накапливаясь в живых организмах, могут принести вред и здоровью человека в результате использования загрязненных вод в пищевой цепочке. Например, цепочка переноса загрязнений [поливная вода  $\Rightarrow$  плодоовощная продукция  $\Rightarrow$  человек] или цепочка [поливная вода  $\Rightarrow$  кормовые растения  $\Rightarrow$  травоядный скот  $\Rightarrow$  человек]. В некоторых сельских районах, удаленных от централизованного водоснабжения, вода из открытых водотоков используется для приготовления пищи. Кипячение убивает микрофлору и болезнетворные бактерии, однако различные химические элементы остаются.

В связи с интенсивным ростом населения, по расчетам ученых, увеличиваются объемы требуемых водозаборов на коммунальное водоснабжение. При достижении численности населения 31–34 млн. человек, планируемой на 2030-е годы, объемы водоснабжения должны возрасти на 43% и на 68% – при интенсивных темпах роста численности населения на 2050-е годы [2].

В настоящее время в Узбекистане имеется 95 месторождений подземных вод. Подземные воды бассейна Аральского моря, в том числе и на территории нашей республики, формируются за счет осадков, фильтрации из водоемов, речных русел, каналов, озер, а также с орошаемых территорий. Поверхностный сток основных рек Узбекистана в последние 15-20 лет перестал быть источником питьевого водоснабжения ввиду ухудшения его качества. Загрязнение поверхностных вод постепенно оказывает воздействие на качество подземных вод. Например, в результате возросшего сброса в реки соленых и жестких коллекторно-дренажных вод стали непригодными для питьевых целей приканальные и приречные линзы пресных подземных вод низовий реки Амударьи. Исчезновение пресных подземных вод наблюдается и в низовьях рек Зарафшан, Кашкадарья и Сурхандарья.

Известны взаимосвязь и взаимообмен поверхностных и грунтовых вод, а в сельских районах часто наблюдается использование грунтовых вод первого горизонта, так называемые «качалки», в качестве источников хозяйственно-бытового и нередко питьевого водоснабжения. Таким образом, исследование, анализ пространственно-временного загрязнения водотоков и оценка влияния качества воды на заболеваемость населения являются актуальной проблемой, результаты исследования которой могут быть основой для разработки научно обоснованных решений в сфере водопользования и снизить риск роста заболеваний.

Антропогенная нагрузка особенно остро ощущается на юге Ферганской впадины, где размещены Фергано-Маргиланская и Коканд-Какирская промзоны с крупными предприятиями. В долинах рек Чирчик, Ахангаран, в верхней и средней частях долины реки Зарафшан, в долине Сырдарьи в пределах Ферганской впадины отмечается в основном локальное загрязнение подземных вод на участках размещения промышленных предприятий. Вызывает тревогу состояние подземных вод в промышленных зонах:

- Коканд-Какир, Фергана-Маргилан, где обнаружено присутствие в воде нефтепродуктов и фенолов, азотных соединений и различных солей;

- Навоийской области, где в подземных водах хвостохранилища золотоизвлекательной фабрики выявлено превышение допустимых норм по молибдену, цианидам, аммиаку, нитратам. Хотя нитраты являются естественным компонентом живых систем, превышение их содержания может породить проблемы со здоровьем. Одна из наиболее известных опасностей – взаимосвязь между высокими уровнями нитратов в питьевой воде и редкой детской болезнью метгемоглобинемией [3].

- Алмалыкский район Ташкентской области, где загрязнение подземных вод фильтрующимися стоками объединенных хвостохранилищ медной и свинцовой обогатительных фабрик, а также отвалов фосфогипса привело к выходу из строя питьевых водозаборов. На расстоянии 5 км от дамбы хвостохранилища содержание в подземных водах селена, кадмия, фосфатов превышает допустимые нормы в 2–8 раз. Реки региона на всем протяжении подвергаются загрязнению животноводческими, коммунально-бытовыми и промышленными стоками. Сброс в водные объекты тяжелых металлов, фторидов, фенолов, хлора, капролактама, ацетона характерен для металлургии и химической промышленности [4].

К опасным загрязнителем водных объектов относятся тяжёлые металлы: ртуть, свинец, кадмий, кобальт, медь, цинк, железо. Так, даже малая концентрация кобальта в организме приводит к анемии, эндемическому зобу, недостаточному синтезу или вообще отсутствию витамина B<sub>12</sub>, без которого прекращается рост, нарушается нормальное кроветворение, созревание эритроцитов, синтез лабильных метильных групп, происходит накопление в эритроцитах соединений, которые содержат сульфгидрильные груп-

пы, и образование холина, метионина, креатина, нуклеиновых кислот; без него не будет нормально функционировать печень и нервная система.

Медь в малых концентрациях вызывает анемию и заболевания костной системы, а ее избыток приводит к поражению печени, вызывая токсическую желтуху.

Цинк называется «двуликим Янусом», т.к. он является стимулятором деления клеток и заживления поражённых тканей, и в тоже время способствует образованию раковых клеток. Цинк, также как и магний, хром и ванадий снижает уровень холестерина в крови; кадмий повышает кровяное давление; недостаток меди сказывается на эластичности сосудов.

Кадмий относится к элементам замедленного действия. Он попадает в окружающую среду и рассеивается вместе с суперфосфатом и фунгицидами (противогрибковыми препаратами), является спутником широко применяемого цинка и всегда присутствует в изделиях, содержащих цинк. В организме человека этот химический элемент накапливается в почках, а при его избытке развивается болезнь «итай-итай» – искривление и деформация костей, сопровождающиеся сильными болями, необычайной хрупкостью и ломкостью костей.

Ртуть, при вдыхании ее паров, концентрируется в мозге, в результате чего возникают нервно-психические нарушения, головокружения, постоянные головные боли, снижается память, расстраивается речь, возникает скованность и общая заторможенность. Наиболее тяжёлые случаи заканчивались полной слепотой, параличом, безумием и смертью. Достаточное количество ртути попадает в окружающую среду самым обычным способом – при разбивании медицинских ртутных термометров. Также она выделяется в атмосферу при выплавке руд цветных металлов, производстве цемента и сжигании угля. Интересен тот факт, что ртуть обнаружена даже в молекулах ДНК. Пока не известно, влияет ли она на передачу наследственной информации [5].

Известно, что при сгорании одного литра горючего в воздух попадает 200-400 миллиграммов свинца. Свинец, поступивший в организм при дыхании, в 10-100 раз токсичнее чем при поступлении через желудок. При попадании в кровь, он соединяется с эритроцитами, что приводит к отравлению крови и всего организма. Но каким бы путём свинец ни поступал в организм, он всё равно накапливается в костях.

Железо – необходимый для организма элемент, но избыток его ионов вызывает зашлаковывание организма на клеточном уровне. Он содержится в гемоглобине крови, в тканях и тканевых ферментах и депонирован в печени, селезёнке и костном мозге. Для усвоения железа необходимы: медь, кобальт, марганец, витамин С, а само железо, в свою очередь, нужно для правильного метаболизма витаминов группы В, для роста, сопротивления заболеваниям и предупреждения усталости. Избыточная же его доза – 200

миллиграмм и больше – может оказать токсическое действие, угнетая антиоксидантную (противоокислительную) систему организма.

Увеличение концентрации тяжёлых металлов в окружающей среде негативно сказывается на состоянии организма, т.к. увеличивается число мутаций, передающихся по наследству и приводящих к порокам физического и умственного развития. Если проследить за образованием мутаций у рыб, станет очевидно, что в загрязнённых водоёмах у многих из них нарушается геном [5].

В сельской местности подземные воды и открытые водоемы загрязняются стоками с территории ферм и удобрениями, смываемыми с полей. В воде повышено содержание нитратов и пестицидов, а также бластоогенных углеводов. Здесь же производится орошение адыров и других площадей в верхних частях конусов выносов, сложенных солесодержащими породами [6].

Существует большая опасность для водозаборов хозяйственно-питьевого водоснабжения большинства населенных пунктов, в том числе Ферганы, Маргилана, Риштана, Ташлака, Кувы, Кувасая, Алтыарыка [7].

Доступ к безопасной воде, особенно для питьевых нужд, имеет важное значение в качестве решения проблемы охраны здоровья и развития на региональном и местном уровнях. В некоторых регионах мира отмечалось, что инвестиции в водоснабжение и санитарии могут привести к чистой экономической выгоде, поскольку сокращение вредного воздействия на здоровье и затрат по оказанию медико-санитарной помощи значительно компенсируют затраты на осуществление водоохраных мероприятий. Мировой опыт также показал, что мероприятия по улучшению доступа к безопасной воде служат интересам особенно бедных слоев населения в сельских районах и могут являться эффективной частью стратегии по снижению риска для здоровья населения.

Исследование влияния химического загрязнения поверхностных вод на возникновение различных видов заболеваний имеет важное практическое значение. Выявление этих взаимосвязей имеет практическую значимость при разработке стратегий управления водными ресурсами с точки зрения здравоохранения.

## Литература

1. Эльпинер Л.И. Использование подземных вод и здоровье населения / Л.И. Эльпинер // Подземные воды как компонент окружающей среды. М.: Научный мир, 2001. С. 256-268.
2. Агальцева Н.А. Подход к оценке влияния климатических изменений по сценариям на водообеспеченность и водопотребление / Н.А. Агальцева, А.В. Пак // Последствия изменения климата в Узбекистане, вопросы адаптации. Бюллетень № 7. Ташкент: НИГМИ, 2008. С. 10–14.
3. Бондарев Л.Г. Влияние токсических веществ на загрязнение почвы: Доклад / Л.Г. Бондарев. 1976.

4. Шукуров Н.Э. Распределение тяжелых металлов в почвах Алмалыкского горнопромышленного района и их влияние на почвенные микроорганизмы / Н.Э. Шукуров // Экологический журнал. № 4. 2013.
5. <http://www.bibliofond.ru>
6. [www.cawater-info.net](http://www.cawater-info.net)
7. [www.osce.org/ru/uzbekistan](http://www.osce.org/ru/uzbekistan)
8. Кодиров О.Ш. Экологическая оценка загрязнения окружающей среды хвостохранилищами Чадакской золотоизвлекательной фабрики / О.Ш. Кодиров // Экологический журнал. 2013. № 4.

**М.А. Туйчиева, Н.М. Джураев, Ш.И. Ёдгоров, Ф.Р. Артиков**

Институт сейсмологии им. Г.А. Мавлянова АН РУз, г. Ташкент

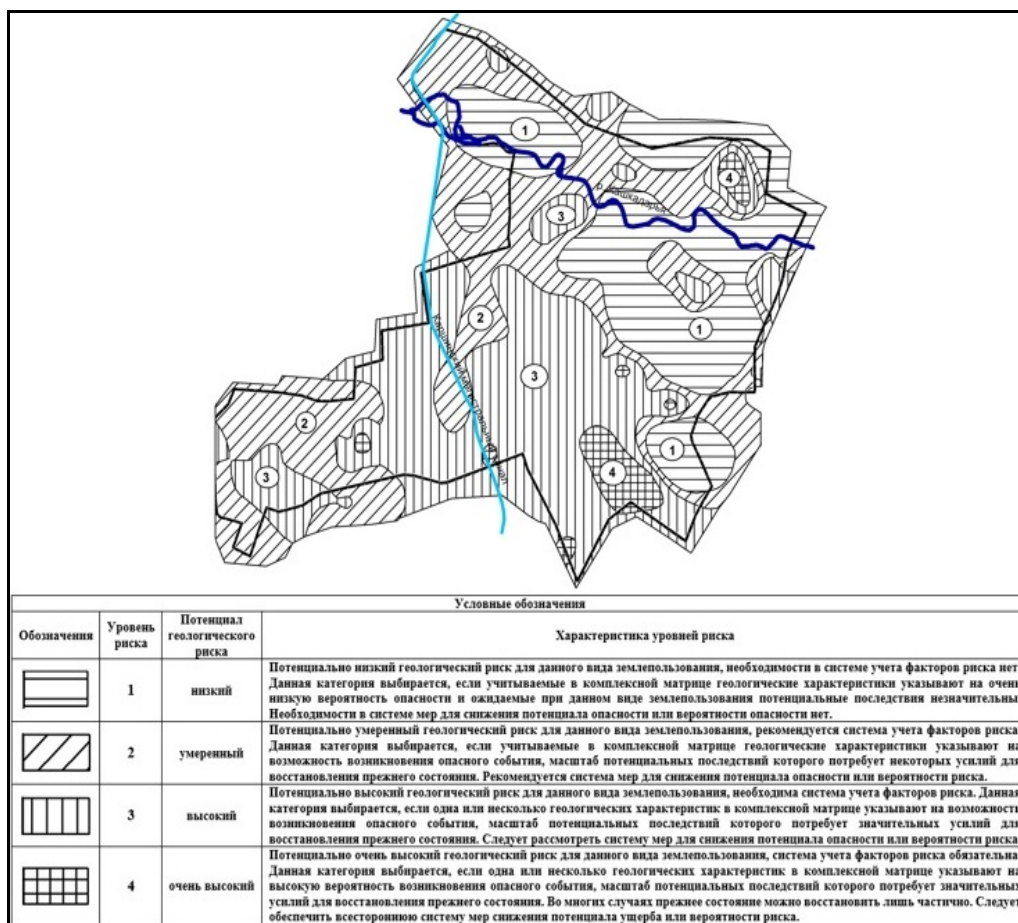
### **ОПЫТ ОЦЕНКИ КОМПЛЕКСНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ Г. КАРШИ С ЦЕЛЮ РАСЧЕТА СЕЙСМИЧЕСКОГО РИСКА**

Основным фактором, обуславливающим степень сейсмического риска урбанизированных территорий сейсмоактивных регионов, является показатель комплексного геологического риска, который определяется вероятностью развития ущербообразующих природных или природно-техногенных процессов и явлений в результате активизации инженерно-геодинамических процессов [1]. При определении современного состояния комплексного геологического риска для территории г. Карши и его окрестностей проводилась экспертная оценка соответствия конкретной местности строительным требованиям.

При этом нами в интегральной карте соответствия для территории г. Карши и его окрестностей учитывались четыре геологические характеристики: глубина залегания уровня грунтовых вод [2], крутизна поверхности рельефа, степень просадочности лессовых пород, влияние палеодолин. Совместный анализ факторов геологического риска и информации о видах землепользования осуществлялся с применением технологии геоинформационных систем.

Все картографические наборы данных, характеризующие территорию города, были преобразованы в растровый формат с размером ячейки 250×250 метров. Каждой ячейке были присвоены геологические характеристики в соответствии с их классификацией, а также соответствующий вид землепользования. На следующем этапе для каждой ячейки были определены 4 частных значения риска в соответствии с матрицей геологических рисков и построен интегрированный растр, каждая ячейка которого содержит значение от 0000 до 4444. Первая слева цифра характеризует пригодность для наземного строительства в контексте той или иной формы землепользования, вторая – влияние уровня залегания грунтовых вод, третья – крутизну поверхности рельефа, четвертая – влияние палеодолин.





Карта-схема комплексного геологического риска для территории г. Карши и его окрестностей по состоянию на 2014 г. Составили: Джураев Н.М., Туйчиева М.А., Ёдгоров Ш.И. 2014 г. (на основании личных исследований с использованием фондовых и литературных материалов)

За величину комплексного геологического риска в каждой ячейке принимается максимальное значение среди четырех частных параметров. Таким образом, если в ячейке раstra имеется хотя бы одна характеристика со значением 4, это означает, что в данном месте имеется потенциально высокий риск для выбранного вида землепользования и обязательно должна быть обеспечена система учета факторов риска. На комплексной карте геологического риска отражен уровень геологических опасностей (потенциал риска), показанный четырьмя различными знаками. Для анализа структуры комплексного геологического риска в Атласе приводятся также карты четырех частных рисков. В описанной методике риски рассматриваются как потенциальные, поскольку матрица рисков описывает только предпосылки для их возникновения. Согласно составленной карты-схемы 12% территории г. Карши относится к четвертому уровню риска, 34% – к третьему, 37% – ко второму и только 17% – к первому. В зависимости от уровня комплексного геологического риска подбираются мероприятия по уменьшению отрицательных последствий ущербобразующих процессов.

## Литература

1. Туйчиева М.А. Engineering-geological processes and phenomena in urban areas of seismically active regions of Uzbekistan and their role in assessing of seismic risk / М.А. Туйчиева // Complexity in earthquake dynamics: From nonlinearity to earthquake prediction and seismic stability: International Conf. January 25–26, 2012, Tashkent, Uzbekistan, 2012. P. 47-52.
2. Туйчиева М.А., Джураев Н.М. и др. О подтоплении территории г. Карши подземными водами и рекомендации по их уменьшению / М.А. Туйчиева, Н.М. Джураев и др. // Материалы Международной конф., посвященной 30-летию АзНИИСА. Азербайджан, Баку, 2014.

**М.А. Туйчиева, Н.М. Джураев, Ш.И. Ёдгоров, Ф.Р. Артиков**

Институт сейсмологии им. Г.А. Мавлянова АН РУз, г. Ташкент

### **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ УЗБЕКИСТАНА**

Характер, состояние и направленность изменения геоэкологических условий тесно связаны как с видами и интенсивностью антропогенных воздействий, так и с особенностями инженерно-геологических условий урбанизированных территорий. В зависимости от характера антропогенных воздействий, регионально-геологических факторов, их свойств и распространения на урбанизированных территориях Узбекистана выделяются общие, региональные и локальные закономерности их изменения. Общие закономерности связаны с общей направленностью антропогенных воздействий и изменений геологической среды. Региональные геоэкологические закономерности связаны в основном с регионально-геологическими факторами: геолого-литологическим, геоморфологическим строением, тектоническими структурами и подземными водами. Установлено, что в пределах каждого типа геолого-литологического и геоморфологического строения, тектонических структур, гидрогеологических районов и инженерно-геологических условий, выделенных нами на территории городов, происходит развитие определенных видов инженерно-геологических процессов и явлений, изменение геологической среды и формирование геоэкологических условий. Локальные закономерности формирования геоэкологических условий связаны с локальными формами рельефа, изменчивостью состояния, состава и свойств пород, условий залегания подземных вод, а также с видами и интенсивностью антропогенных воздействий. Региональные и локальные закономерности проявляются в изменении каждого компонента геологической среды: рельефа, поверхностных и подземных вод, горных пород, геологических процессов и явлений. Локальные закономерности, выявленные в сети долин сбросных каналов, имеют особенно

важное значение. Установлено, что долины древних сбросных каналов на территории Ташкента (Бозсу, Салар, Чорсу, Зах, Бурджар, Каракамыш и др.), Самарканда (Сиаб, Сиабча, Сузангарон, Багишамол, Чашма, Джар и др.) и других городов характеризуются весьма неустойчивыми, изменёнными и неблагоприятными геоэкологическими условиями. Полоса земель вдоль этих долин и их притоков расчленена глубокими оврагами, сильно загрязнена различными вредными веществами в результате сброса сточных вод, в полосе долин древних каналов и прилегающих территорий сформировались зоны наиболее высокого уровня загрязнения грунтов, поверхностных и подземных вод нефтепродуктами, тяжелыми металлами, соединениями азота и различными органическими веществами. Содержание этих веществ составляет преимущественно 5-10 ПДК, местами более 10 ПДК. Минерализация грунтовых вод достигает 1.5-3.0 г/л, по жесткости – до 17-32 г/л. Пораженность территорий инженерно-геологическими процессами составляет более 20%. Сейсмическая интенсивность территорий превышает исходную сейсмическую балльность. По уровню степени аномального загрязнения вредными веществами грунтов, поверхностных и подземных вод, пораженности территорий опасными инженерно-геологическими процессами и явлениями и проявлению сейсмических деформаций районы долин сбросных каналов относятся к категории опасных геоэкологических условий. Комплексная оценка их состояния, выявление причин ухудшения геоэкологических условий являются основой для разработки эффективных природоохранных мероприятий. Общая стратегия и направленность природоохранных мероприятий должны быть разработаны на основе учёта выявленных закономерностей, оценки общего состояния геоэкологических условий города, выявления главных источников загрязнения и наиболее загрязнённых районов, а также состава загрязняющих веществ. Геоэкологический мониторинг является составной частью единой системы мониторинга окружающей среды, который проводится в рамках Государственной программы по охране природы.

### Литература

1. Tuychiyeva M.A. Engineering-geological processes and phenomena in urban areas of seismically active regions of Uzbekistan and their role in assessing of seismic risk // Инженерная защита территорий и безопасность населения: роль и задачи геоэкологии, инженерной геологии и изысканий: тр. Междунар. науч. конф. EngeoPro–2011, Москва, 6–8 сентября 2011. С. 46.
2. Tuychieva M.A. Assessment of anthropogenic changes of relief in Tashkent territory and its role in estimation of seismic risk / M.A. Tuychieva, A.M. Hudaybergenov, M.S. Shermatov, N.M. Djuraev // Инженерная защита территорий и безопасность населения: роль и задачи геоэкологии, инженерной геологии и изысканий: тр. Междунар. науч. конф. EngeoPro – 2011, Москва, 6-8 сентября 2011. С. 47.

Л.Н. Усачева<sup>1</sup>, Н.В. Дудчик<sup>2</sup>, М.Ю. Воротницкая<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный медицинский университет;

<sup>2</sup>Республиканский научно-практический центр гигиены; <sup>3</sup>Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОСТИ СТАФИЛОКОККОВ К АНТИБИОТИКАМ

Важным инструментом реализации экологической политики в Беларуси является природоохранное планирование, которое включает несколько временных уровней – долгосрочный, среднесрочный и краткосрочный. Согласно Национальной стратегии устойчивого развития, разрабатываются пяти-пятнадцатилетние планы действий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды, а также по гигиене окружающей среды [1, с. 4].

Здоровье населения всегда считалось одной из важнейших ценностей человечества. Для его сохранения во всех государствах выделяются немалые статьи расходов [2, с. 180, 413]. Так, в 2015 году правительство Республики Беларусь планирует увеличить расходы на здравоохранение с 14,2 до 14,8%, направив в эту сферу около 35,2 трлн BYR бюджетных средств [3, с. 2, 11, 18, 22, 30, 35, 67 и др.].

Одной из проблем, с которой сталкиваются медицинские работники при лечении больных, является приобретение микроорганизмами устойчивости к лекарственным препаратам [4]. Она относится не только к разряду экономических – лечение таких пациентов становится более длительным и менее эффективным, но и экологических – выжившие после антибиотикотерапии штаммы возбудителей, попав от больных во внешнюю среду, загрязняют воздух, воду, почву, и таким образом могут вновь попасть в организм человека. Исследование механизмов и предотвращение появления резистентности микроорганизмов к антибиотикам представляется весьма важной задачей [5].

Целью работы являлось изучение антибиотикограмм штаммов стафилококков, выделенных из продуктов и от здоровых лиц.

Материалом исследования являлись 19 штаммов золотистых стафилококков, выделенных из продуктов (творог, сметана, кулинарные изделия), 16 штаммов, обнаруженных у здоровых людей на слизистой оболочке носоглотки, а также 13 антибиотиков цефалоспоринового ряда, полусинтетических пенициллинов и карбапенемы.

В результате проведенных исследований выделенные культуры стафилококков по ряду биохимических свойств и выявленным факторам патогенности (лецитиназа, мембранотоксин и плазмокоагулаза) были идентифицированы как *Staphylococcus aureus*.

Все штаммы золотистых стафилококков были испытаны на чувствительность к некоторым антибиотикам методом диффузии в агар. Испытания проводили согласно стандартной методике.

В работу были взяты антибиотики, которые активно используются для лечения нагноительных и септических заболеваний, вызванных стафилококками – полусинтетические пенициллины, цефалоспорины и карбапенемы. Эти антибиотики нарушают синтез клеточной стенки, поэтому оказывают на микробную клетку бактериостатическое действие.

Исследуемые штаммы стафилококков в целом характеризовались чувствительностью к данным антибиотикам (таблица).

Процент устойчивых штаммов *S. aureus* к антибиотикам, действующим на клеточную стенку

Антибиотики	Пищевые изоляты стафилококков			Изоляты от клинически здоровых лиц		
	чувствительные	умеренно-устойчивые	устойчивые	чувствительные	умеренно-устойчивые	устойчивые
Полусинтетические пенициллины	68,42	26,32	5,26	62,5	37,50	–
Цефалоспорины	50,29	33,92	15,79	55,56	38,19	6,25
Карбапенемы	52,63	42,11	5,26	31,25	62,50	6,25

Среди пищевых изолятов два оказались устойчивыми к цефуроксиму и цефтазидиму; один штамм был резистентен сразу к 5 препаратам – оксациллину, цефамандолу, цефаклору, цефтазидиму и меропенему. Лечение инфекции, вызванной этим штаммом, вызвало бы определенные трудности при подборе антибиотикотерапии.

У здоровых лиц лишь один штамм золотистого стафилококка был устойчив одновременно к трем антибиотикам: цефаклору, цефтазидиму и меропенему.

Умеренно устойчивых штаммов было гораздо больше – от 26,32 до 42,11% стафилококков, выделенных из продуктов, и 37,50-62,50% стафилококков, выявленных у здоровых лиц. С одной стороны, такие возбудители поддаются терапевтическому лечению, хотя доза препарата должна быть большей, с другой – это означает тенденцию к появлению новых резистентных штаммов.

В то же время была обнаружена гетерогенность популяций. Так, у 3 изолятов из продуктов питания и у 5 – от людей было выявлено несколько колоний, устойчивых к ампициллину, цефаклору и меропенему. Это означает, что при определенных условиях такие клетки могут размножиться и дать начало популяции возбудителя, резистентного к вышеназванным антибиотикам.

Таким образом, штаммы золотистых стафилококков, выделенных из пищевых продуктов и клинически здоровых лиц, оказались схожими по отношению к антибиотикам цефалоспоринового ряда и карбапенемам.

## Литература

1. Савастенко А.А. Республика Беларусь: окружающая среда и безопасность / А.А. Савастенко, М.И. Струк. Минск, 2005. 17 с.
2. Статистический ежегодник Республики Беларусь: стат. сб. Минск, 2005. 534 с.
3. Закон Республики Беларусь «О республиканском бюджете на 2015 год» от 30 декабря 2014 г. № 225-3 / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. 03.01.2015. 2/2223. 92 с.
4. Лебедева Н.Ю. Чувствительность стафилококков, выделенных из ран, к антибиотикам / Н.Ю. Лебедева // Экспериментальна і клінічна медицина. 2010. № 3 (48). С. 48–51.
5. Сидоренко С.В. Резистентные стафилококки: проблемы антибиотикотерапии / С.В. Сидоренко // Кафедра микробиологии Российской медицинской академии последипломного образования. Consilium Medicum, 2008. № 1.

## Г.К. Ходжаева

Нижевартовский государственный университет

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НА НЕФТЕПРОВОДАХ НИЖНЕВАРТОВСКОГО РАЙОНА**

По нефтедобывающим предприятиям, ведущим добычу нефти в Нижневартовском районе, запасы нефти составляют примерно 6,0 млрд. т, из них на долю крупнейшего в Западной Сибири Самотлорского месторождения приходится около 3 млрд. т [6].

Одной из главных экологических проблем Нижневартовского района является высокая аварийность на предприятиях нефтегазодобывающего комплекса, сопровождающаяся залповыми выбросами в окружающую природную среду нефти и нефтепродуктов. Даже если возможное вредное воздействие на окружающую природную среду при эксплуатации месторождений и транспортировке углеводородного сырья сведено к минимуму (формально), практика показывает, что негативные изменения в окружающей среде продолжают накапливаться и проявляться. При этом избежать аварийных ситуаций полностью не удастся. Положение усугубляется критическим физическим износом и моральным старением оборудования. Отставание с капитальным строительством и ремонтом эксплуатационных сооружений в нефтегазовой промышленности привело промысловые объекты месторождений Нижневартовского района к низкой эксплуатационной надежности. Все это усиливает действие факторов неопределенности и риска. Реальная опасность от аварийных ситуаций на нефтепроводах состоит не столько в самом загрязнении, сколько в игнорировании проблемы как таковой, поскольку это ведет к снижению жизнеобеспечивающей функции и самоочищения окружающей среды, ухудшению климатических и биологических ресурсов и, как следствие, – к ухудшению здоровья людей [1, 8].

Наибольшее негативное воздействие на окружающую природную среду при аварийных ситуациях на нефтепроводах оказывает нарушение их герметичности – разрыв труб. В результате нефтяного загрязнения утратили сельскохозяйственное и промысловое значение многие земли и угодья.

Нефтяное загрязнение, обусловленное аварией, отличается от многих других техногенных воздействий тем, что оно дает не постепенную, а, как правило, залповую нагрузку на среду, вызывая быструю ответную реакцию, сопровождающуюся негативными экологическими последствиями. Ежегодно из 300 млн. т нефти, добываемой в России, в процессе транспортировки и хранения теряется 1,5-10% от общего объема добытой нефти, т.е., по самым минимальным оценкам, около 4,5 млн. т нефти в год, а по максимальным оценкам – около 30 млн. т нефти в год [4].

Объективной оценке воздействия нефтедобывающего комплекса на окружающую природную среду препятствует искажение информации о действительных размерах аварийных разливов загрязняющих веществ, а также сокрытие самих аварий. Нет полной информации о нефтяных разливах, и количестве вытекшей нефти. Регулирующий государственный орган располагает только данными, предоставленными организациями и добывающими компаниями о таких происшествиях и об устранении их последствий. Официальная статистика фиксирует только те разливы, при которых выливается более 8 т нефти. Разливы до 7 т включительно считаются просто инцидентом, который не нужно декларировать и о котором можно не оповещать власти. Однако по свидетельствам общественных экологических организаций эти данные не являются объективными, поскольку показатели сильно занижены [9]. Компании не хотят выплачивать компенсации и стремятся уменьшить цифры или же устраняют последствия разливов лишь частично, например, только в районе порыва трубы. Начисляемые предприятиями суммы ущерба далеко не полностью отражают величину реального урона, наносимого окружающей природной среде в виде накопления в почве и донных отложениях токсичных веществ, ухудшения качества воды, снижения биопродуктивности и деградации экосистем.

Результаты анализа отказов нефтепромысловых трубопроводов на Самотлорском месторождении Нижневартовского района показывают, что 70-75% аварий происходят от внутренней коррозии, 5-10% – от наружной коррозии, 10% – строительный и заводской брак, 10% – наезды техники и другие механические повреждения [3].

По результатам исследований, общая вероятность возникновения аварийных ситуаций на нефтепроводах Нижневартовского района оценивается 3 шт. в сутки, а наиболее вероятное число аварий в месяц может составить 100 шт. Максимально ожидаемое число аварий в день не больше десяти. По нашим расчетам, в Нижневартовском районе удельная частота безотказной эксплуатации нефтепроводов всех типов в течение десяти лет меняется от 0,995 случая на км в год до 0,549 случая на км в год. В сред-

нем она равна 0,87 случая на км в год. Значения функции риска по расчетам за 10 лет составляет 0,451 [1, 2, 7, 8]. По результатам расчетов видно, что со временем значения функции риска аварийности возрастают, т.е. система трубопроводов данного района находится на стадии исчерпания ресурса (опасность отказа растет во времени).

Высокая аварийность обусловлена в основном состоянием технических средств и оборудования, которое физически изношено и морально устарело, имеет низкую степень надежности. Многие объекты требуют модернизации или коренной реконструкции, отдельные подлежат выводу из эксплуатации.

Вынужденная остановка промыслов может обойтись нефтегазодобывающему предприятию в десятки раз дороже, чем прямые потери от аварийных ситуаций в системе транспорта, в связи с чем необходимо своевременно оценивать риск потенциально наиболее опасных повреждений и возможность дальнейшей эксплуатации этого участка трубопровода [1, 8].

Оценки риска могут быть использованы при обосновании тарифов при страховании ответственности за ущерб окружающей среде от аварий и выработке мер безопасности. В частности, линейные участки нефтепроводов с наиболее высокими показателями риска должны быть приоритетными при проведении внутритрубной диагностики или ремонте трубопроводов [5].

Для безаварийного функционирования нефтепровода необходим комплекс мероприятий по уменьшению антропогенной нагрузки на окружающую природную среду, экологической безопасности, охране окружающей природной среды в целом с достоверными прогнозами аварий и отказов, наносящих вред окружающей среде, что позволит сократить до минимума ущерб, наносимый природе.

Наши исследования показали, что необходимо своевременно принять в качестве меры риска вероятность наступления нежелательного явления, а не минимизировать величину среднего ущерба от уже совершившегося. Необходима планомерная и своевременная замена изношенных участков трубопроводов, следует разработать грамотную систему их ремонта и диагностики, а также расширять и поощрять научно-прикладные исследования надежности и долговечности подобных систем.

## Литература

1. Азизов Х.Ф. Практические рекомендации по оценке геоэкологических рисков возникновения аварийных ситуаций при транспортировке нефтепродуктов: монография / Х.Ф. Азизов, Г.Н. Гребенюк, Г.К. Ходжаева. (Региональная география. Серия научных трудов и монографий. Вып. 4). Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гуманит. ун-та, 2012. 80 с.
2. Азизов Х.Ф. Оценка риска нефтегазовых промысловых систем / Х.Ф. Азизов, Г.К. Ходжаева // Экологические приборы и системы. 2008. № 10. С. 49-51.
3. Особенности эксплуатации скважин с ЭЦН на поздней стадии разработки Самотлорского месторождения / И.В. Генералов, В.Н. Нюняйкин, Ю.В. Зейгман, М.К. Рогачев // Нефтяное хозяйство. 2001. № 10. С. 72–73.



4. Исмаилов Н.М. Ремедиация нефтезагрязненных почвогрунтов и буровых шламов / Н.М. Исмаилов. Баку: Элм, 2009. 582 с.
5. Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах. / Колл. авт. 2-е изд., испр. М.: ГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2002. Сер. 27. Вып. 1. 120 с.
6. Соколов С.Н. Топливная промышленность Нижневартковского региона / С.Н. Соколов // Западная Сибирь: история и современность: Краеведческие записки. Нижневартковск; Омск: Омскбланкиздат, 2011. Вып. XI. С. 231-240.
7. Ходжаева Г.К. Мероприятия по предупреждению разливов нефти на нефтепроводах / Г.К. Ходжаева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 3 (3). С. 1180-1183.
8. Ходжаева Г.К. Геоэкологическая оценка воздействия аварийных ситуаций нефтепроводов на окружающую природную среду (на примере Нижневартковского района): автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Г.К. Ходжаева. Томск, 2013. 20 с.
9. Экология и экономика природопользования / отв. ред. Э.В. Гирусов, В.Н. Лопатин. М.: ЮНИТИ-ДАНА, Единство, 2003. 519 с.

**Е.В. Чащина, Т.Я. Ашихмина**

Вятский государственный гуманитарный университет,  
Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН,  
г. Киров

## ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ ПРИ НАЛИЧИИ АЗОТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Охрана окружающей среды от загрязнения стала насущной задачей общества.

В Кировской области одним из источников загрязнения атмосферного воздуха является Кирово-Чепецкий химический комбинат, выбрасывающий в атмосферу 88 различных загрязняющих веществ, в том числе оксида серы, азота и аммиак [1]. *Целью нашей работы* было изучение фитотоксичности алюминия и железа в почве, отобранной из четырех пунктов в районе химического комбината, при наличии в ней азотных соединений, либо при дополнительном добавлении к ней солей азота.

Таблица 1

Название почв	Показатели почв			
	pH <sub>KCl</sub>	Обменный NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (мг/кг)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (мг/кг)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
КЧХК, глубина: 0-18; 29.09.14 <b>(1)</b>	5,01	14,4±1,4	5,5±0,4	Ниже предела обнаружения
КЧХК, глубина: 0-20; 29.09.14 <b>(2)</b>	5,05	770±60	220±17	Ниже предела обнаружения
КЧХК, название: дальняя; глубина: 0-20; 29.09.14 <b>(3)</b>	3,62	50,5±3,8	31,2±2,3	Ниже предела обнаружения
КЧХК, горизонт: 0-20; название: Д-Г; 29.09.14 <b>(4)</b>	4,07	1810±140	46,7±3,5	Ниже предела обнаружения

Таблица 2

## Зависимость прорастания семян от добавления солей в почву

почва	11.11.14	13.11.14	15.11.14	17.11.14	19.11.14	21.11.14	24.11.14
(1)	$Al^{3+}$ ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 1 H_2O$ )	Al: белые корешки в почве: Al(0;0,1; 1) = 1 мм	Al: белые корешки в почве: Al(0; 1) = 1 мм; Al(0,1) = 3 мм	Al: белые корешки в почве: Al(0; 1) = 1 мм; Al(0,1) = 4 мм	Al: белые корешки в почве: Al(0;1) = 1 мм; Al(0,1) = 4 мм; <b>Зеленые стебельки:</b> Al(0,1) = 9 мм (1 шт.)	Al: белые корешки в почве: Al(0;1) = 1 мм; Al(0,1) = 4 мм; <b>Зеленые стебельки:</b> Al(0,1) = 18 мм (1 шт.)	Al: белые корешки в почве: Al(0;1) = 1 мм (4 шт.); Al(0,1) = 4 мм (4 шт.) и 1 мм (3 шт.); <b>Зеленые стебельки:</b> Al(0,1) = 40 мм (1 шт.)
(2)	Al: -	Al: белые корешки в почве: Al(0) = 1 мм	Al: белые корешки в почве: Al(0) = 2 мм	Al: белые корешки в почве: Al(0) = 2 мм	Al: белые корешки в почве: Al(0) = 2 мм	Al: белые корешки в почве: Al(0) = 2 мм	Al: белые корешки в почве: Al(0) = 3 мм (7 шт.); Al(1) = 1 мм (3 шт.); Al(0,1) = 1 мм (3 шт.), 3 мм (3 шт.) и 4 мм (1 шт.); <b>Зеленые стебельки:</b> Al(0,1) = 5 мм (1 шт.)
(3)	$Fe^{2+}$ ( $FeSO_4 \cdot 7 H_2O$ )	Fe: белые корешки в почве: Fe(0) = 1 мм; Fe(0,1) = 3 мм	Fe: белые корешки в почве: Fe(0) = 2 мм; Fe(0,1) = 4 мм	Fe: белые корешки в почве: Fe(0) = 2 мм; Fe(0,1) = 4 мм <b>Зеленые стебельки:</b> Fe (0,1) = 16 мм (1 шт.) и 6 мм (1 шт.)	Fe: <b>Зеленые стебельки:</b> Fe (0,1) = 55 мм (1 шт.) и 35 мм (1 шт.); Fe (0) = 6 мм (1 шт.) и 8 мм (3 шт.)	Fe: <b>Зеленые стебельки:</b> Fe (0,1) = 120 мм (1 шт.) и 75 мм (1 шт.); Fe (0) = 15 мм (3 шт.) и 7 мм (1 шт.)	Fe: белые корешки в почве: Fe(0) = 1 мм (3 шт.) и 2 мм (4 шт.); Fe(0,1) = 4 мм (8 шт.); <b>Зеленые стебельки:</b> Fe (0,1) = 120 мм (1 шт.) и 95 мм (1 шт.); Fe (0) = 25 мм (3 шт.) и 17 мм (1 шт.)
(4)	$Fe^{2+}$ ( $FeSO_4 \cdot 7 H_2O$ ) $NO_3^-$ $KNO_3$ Масса ( $KNO_3$ ) = 0,1 г	белые корешки в почве: Fe(0,1) = 1 мм	белые корешки в почве: Fe(0) = 1 мм; Fe(0,1) = 6 мм	белые корешки в почве: Fe(0) = 1 мм; Fe(0,1) = 6 мм	белые корешки в почве: Fe(0) = 1 мм; <b>Зеленые стебельки:</b> Fe (0,1) = 8 мм (1 шт.), 17 мм (1 шт.) и 25 мм (1 шт.)	<b>Зеленые стебельки:</b> Fe (0,1) = 25 мм (1 шт.), 30 мм (1 шт.) и 40 мм (1 шт.); Fe (0) = 10 мм (1 шт.)	белые корешки в почве: Fe(0) = 1 мм (2 шт.); Fe(0,1) = 3 мм (3 шт.) и 6 мм (3 шт.); Fe(1) = 1 мм (3 шт.); <b>Зеленые стебельки:</b> Fe(0,1) = 35 мм (1 шт.), 40 мм (1 шт.) и 50 мм (1 шт.); Fe (0) = 20 мм (1 шт.)

Избыточное содержание в среде обитания или в пищевых продуктах любого химического элемента – нежелательный факт, поэтому, характеризуя среду обитания, целесообразно говорить не о токсичных элементах, а о токсичных концентрациях того или иного элемента. Поскольку нежелательные концентрации химических веществ поступают в организм человека и травоядных животных в основном с растительной пищей, а обогащение последней происходит главным образом из почвы, почвенно-агрохимические исследования на техногенно-загрязненных территориях приобретают важное значение.

Любое промышленное предприятие осуществляет выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду. По степени опасности (токсичности) для человека различают 4 класса загрязняющих веществ, поступающих с выбросами в атмосферный воздух [2].

Из числа металлов-загрязнителей окружающей среды мы взяли алюминий и железо, которые относятся ко второму классу опасности.

При анализе почв (табл. 1) было получено, что в одной точке завышенное содержание нитратов, по ГН 2.1.7.2041-06. ПДК нитратов в почве не должно превышать 130 мг/кг. При этом в двух точках оказалось высокое содержание обменного аммиака.

В качестве метода определения фитотоксичности мы решили начать проводить эксперимент с моделирования системы почва – растение (ячмень), добавляя в эту систему определенное количество металлов и азота. На каждый эксперимент мы брали три чашки Петри с определенной почвой (10 г), и в каждую добавляли по 0; 0,1; 1 грамму соли, содержащей катион нужного нам металла.

В результате мы получили, что оптимальное количество добавления солей алюминия и железа составляет 0,1 г, так как именно при этих количествах результаты эксперимента являются лучшими. Без солей алюминия и железа, но при добавлении азотных соединений результаты дали средние значения. Масса солей алюминия и железа, равная 1 грамму, является токсичной для ячменя.

## Литература

1. Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: мат. 10 Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. Кн. 1. г. Киров, 4–5 декабря 2012 г. Киров: ООО «Лобань», 2012. 252 с.
2. Протасов В.Ф. Экология: термины и понятия. Стандарты и сертификация. Нормативы и показатели: учеб.-справ. пособие / В.Ф. Протасов, А.С. Матвеев. М.: Финансы и статистика, 2001. 208 с.

## МЕТОД РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА КВОТ ПРИЗЕМНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ

Выбросы вредных веществ предприятий являются существенной проблемой для многих городов. Особенно остро эта проблема может вставать в городах, представляющих собой промышленные центры, содержащие в своем составе несколько крупномасштабных производственных предприятий. Корректный учет суммарного действия выбросов предприятий является важнейшей задачей государственного управления качеством атмосферного воздуха. Наиболее объективным является подход к установлению нормативов выбросов, основанный на определении квот приземных концентраций. В настоящей статье предлагается один из вариантов методологии определения таких квот.

Существующий на данный момент подход к определению квот концентраций [1, 2] основан на принципах равного квотирования, т.е. квоты концентраций вредных веществ определяются в каждой точке исходя из количества источников, оказывающих воздействие на данную точку квотирования, и распределяются между источниками в равных долях. Если рассчитывать квоты таким образом, то при рассмотрении суммарного действия двух разномасштабных предприятий в более выгодных условиях окажется то предприятие, которое имеет больше источников выбросов в атмосферу (при этом количество источников выделения вредных веществ, объемы производств и т.д. могут быть одинаковыми). Если же делить квоты в равных долях между предприятиями, то могут возникнуть вопросы при рассмотрении суммарного действия крупных социально значимых производств и нескольких мелких предприятий.

В настоящей работе предлагается метод установления квот концентраций, подробнее описанный в [3]. Метод основан на определении величины вклада источников выбросов в суммарный уровень загрязнения на рассматриваемой территории. Принцип заключается в следующем. На основе данных инвентаризации выбросов вредных веществ проводятся сводные расчеты рассеивания загрязняющих веществ и определяются точки со сверхнормативными уровнями загрязнения. Для каждой такой точки определяется величина снижения уровня загрязнения, необходимая для достижения установленных нормативов приземных концентраций:

$$\Delta C_j^k = C_j^k - \text{ПДК},$$

где  $\Delta C_j^k$  – необходимая величина снижения приземной концентрации в j-й точке, соответствующая k-му набору метеопараметров,  $C_j^k$  – приземная концентрация в j-й точке квотирования, соответствующая k-му набору метеопараметров, определенная по данным сводных расчетов с участием всех предприятий.

Далее необходимо определить перечень предприятий, вносящих наибольший вклад в рассматриваемые значения концентраций. Перечень предприятий должен определяться таким образом, чтобы сумма вкладов выбранных предприятий обеспечивала как минимум 90% полученной приземной концентрации в рассматриваемой точке:

$$S_j^k = \frac{\sum_i q_{ij}^k}{C_j^k} \geq 0,9$$

$$k = 1, 2, \dots, n,$$

где  $q_{ij}^k$  – вклад i-го предприятия в расчетную концентрацию  $C_j^k$  загрязняющего вещества в j-й точке квотирования, соответствующую k-му набору метеопараметров,  $S_j^k$  – величина, характеризующая полноту перечня рассмат-

риваемых предприятий. В сумму  $\sum_i q_{ij}^k$  не должны включаться вклады автотранспорта, движущегося по улицам города.

Тогда величина квоты концентрации  $Q_{ij}^k$  для i-го предприятия из рассматриваемого перечня в j-й точке, соответствующая k-му набору метеопараметров, могут быть установлены на уровне:

$$Q_{ij}^k = q_{ij}^k - \left( \Delta C_j^k + \Delta C_j^k (1 - S_j^k) + \Delta C_j^k \frac{q_{автj}^k}{C_j^k} \right) \frac{q_{ij}^k}{C_j^k} = q_{ij}^k - \Delta C_j^k \left( 2 - S_j^k + \frac{q_{автj}^k}{C_j^k} \right) \frac{q_{ij}^k}{C_j^k},$$

где  $q_{автj}^k$  – вклад автотранспорта в расчетную концентрацию  $C_j^k$  загрязняющего вещества в j-й точке квотирования, соответствующую k-му набору метеопараметров.

В представленной схеме величина снижения выброса пропорциональна вкладу предприятия в загрязнение в рассматриваемых точках в независимости от рода деятельности предприятия или его размеров. В отдельных случаях некоторым предприятиям может отдаваться приоритет, и их снижение может уменьшаться, либо снижение может быть обеспечено за счет вкладов других предприятий без учета данного.

Величина квоты концентрации для такого предприятия может быть установлена следующим образом:

$$Q_{ij}^k = q_{ij}^k - k_i \Delta C_j^k \left( 2 - S_j^k + \frac{q_{автj}^k}{C_j^k} \right) \frac{q_{ij}^k}{C_j^k},$$

где  $k_i$  – коэффициент, определяющий степень приоритетности предприятия ( $0 \leq k_i \leq 1$ ). Значение коэффициента  $k_i = 0$  соответствует максимальному приоритету, когда снижение приземных концентраций обеспечивается за счет других предприятий без участия данного.

При наличии приоритетных предприятий в рассматриваемом перечне квоты для всех остальных участников перечня должны устанавливаться после определения квот для приоритетных предприятий.

Необходимо отметить, что представленные значения квот концентраций не предполагают снижения выбросов определенных источников, а подразумевают снижение воздействия выбросов предприятия на рассматриваемую точку квотирования в целом.

### Литература

1. Методическое пособие по выполнению сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий и автотранспорта города (региона) и их применению при нормировании выбросов / Госкомэкологии России. М., 1999. 31 с.
2. Рекомендации по определению допустимых вкладов в загрязнение атмосферы выбросов загрязняющих веществ предприятиями с использованием сводных расчетов загрязнения воздушного бассейна города (региона) выбросами промышленности и автотранспорта. Госкомэкологии России. М., 1999. 48 с.
3. Шагидуллина Р.А. Методика определения квот приземных концентраций вредных веществ с целью корректировки нормативов выбросов предприятий / Р.А. Шагидуллина, А.Р. Шагидуллин // Экологические системы и приборы. 2014. № 7. С. 10–19.

**Ю.Е. Шульгина<sup>1</sup>, Н.С. Никулина<sup>2</sup>, С.С. Никулин<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Воронежский государственный университет инженерных технологий;

<sup>2</sup>Воронежский институт ГПС МЧС России

### **СНИЖЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННОСТИ СИНТЕТИЧЕСКОГО КАУЧУКА С ПРИМЕНЕНИЕМ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ**

Современная промышленность синтетического каучука оказывает неблагоприятное влияние на состояние окружающей среды. Поэтому необходим поиск новых технологий выделения каучука из латекса, способных снизить загрязнение окружающей среды [1].

В настоящее время в литературе рассмотрено значительное количество органических и неорганических коагулянтов позволяющих существенно снизить применение минеральных солей в технологии выделения каучука из латекса. К таким коагулянтам относятся четвертичные соли аммония, являющиеся дорогими продуктами.

Поэтому снижение расхода дорогостоящего и дефицитного коагулирующего агента является важной и актуальной задачей.

Для решения такой задачи начинают использовать воздействия различных физических полей. Так, в [2] образцы латекса бутадиен-

стирольного каучука СКС-30 АРК подвергали ультразвуковому воздействию. Было установлено, что ультразвуковое воздействие в течение 60 минут способствует снижению поверхностного натяжения латекса с 67 до 60 мН/м. Размер латексных частиц при этом увеличивался более чем в 1,5 раза.

Латекс помещали в стеклянную кювету размером 15×30×50 мм, подвергали обработке магнитным полем различной интенсивности в течение 1, 5, 15, 25 минут. Затем кювету с латексом извлекали из установки и проводили его коагуляцию водным раствором N,N-диметил-N,N-диаллиламмонийхлорида (ДМДААХ). Коагуляцию проводили по общепринятой методике, описанной в [3]. Процесс коагуляции осуществляли при температуре 20±2°C. После введения в латекс расчетного количества ДМДААХ его перемешивали в течение 2 минут и вводили раствор серной кислоты (концентрация ~ 2,0%) до pH среды 2,5–3,0. Перемешивание продолжали еще в течение 2–3 минут, после чего извлекали образовавшуюся крошку каучука из водной фазы, измельчали, промывали и сушили при температуре 80–85°C до постоянной массы.

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что обработка латекса магнитным полем перед введением коагулянтов – ДМДААХ и серной кислоты приводит к снижению расхода коагулянта с 25–30 до 15–20 кг/т каучука, что связано с частичной десорбцией стабилизатора с поверхности латексных частиц.

Продолжительность обработки латекса магнитным полем в течение пяти минут и более приводит к полному выделению каучука из латекса при расходе коагулирующего агента 20 кг/т каучука и величине напряженности магнитного поля  $8 \cdot 10^4$  А/м и 15 кг/т каучука при напряженности магнитного поля  $22 \cdot 10^4$  А/м. При отсутствии воздействия магнитного поля на латекс коагуляция достигалась при расходе ДМДААХ 25 кг/т каучука.

Важным с производственной точки зрения является изучение влияния концентрации дисперсной фазы на процесс выделения каучука из латекса, т.к. в промышленности она может колебаться в широких пределах.

Концентрацию дисперсной фазы снижали с 22 до 10%. Исследования показали, что разбавление не оказывает существенного влияния на расход коагулирующего агента.

### Литература

1. Аверко-Антонович И.Ю. Синтетические латексы / И.Ю. Аверко-Антонович. М.: Альфа-М, 2005. 125 с.
2. Останкова И.В. Агрегативная устойчивость латекса СКС-30 АРК при ультразвуковом воздействии / И.В. Останкова // Проблемы и инновационные решения в химической технологии: мат. науч.-практ. конф. / под общ. ред. проф. С.Ю. Панов. Воронеж. гос. ун-т инж. техн. Воронеж: ВГУИТ, 2013. С. 278–280.
3. Пояркова Т.Н. Практикум по коллоидной химии латексов / Т.Н. Пояркова, С.С. Никулин [и др.]. М.: Изд. дом Академии Естествознания, 2011. 124 с.

**ВЛИЯНИЕ УРБАНИЗАЦИИ  
НА ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ  
ОВРАЖНО-БАЛОЧНОЙ СЕТИ (НА ПРИМЕРЕ УРБОСИСТЕМ  
СРЕДНЕГО И НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ)**

В статье представлены результаты исследований авторов, направленные на изучение особенностей функционирования эрозионной сети крупных урбанизированных территорий Среднего и Нижнего Поволжья как источника геоэкологически опасных природных и природно-техногенных процессов. На примере показательных геоморфологических объектов флювиальной природы продемонстрированы возможности построения модельной шкалы в системе координат «эколого-геоморфологическое состояние овражно-балочной сети» и «периоды развития урбосистемы» и проведения корреляции изучаемых событий.

Проблема исследования особенностей функционирования эрозионной сети крупных урбанизированных территорий Среднего и Нижнего Поволжья как источника геоэкологически опасных природных и природно-техногенных процессов является общей и актуальной для всех отраслей современных наук о Земле: от геологических до географических, а также и для междисциплинарных направлений – геоморфологии и геоэкологии, экологического картографирования и экологической истории.

Актуальность и значимость исследований авторов подчеркивается еще и возрастающим в последнее время количеством фундаментальных работ отечественных географов и геоморфологов [1-3 и др.], а также прикладных разработок по реализации технологических и проектных решений благоустройства земель городских территорий [4 и др.]. Выполняемые задачи научного исследования и полученные результаты вполне сопоставимы с развивающимися в настоящее время региональными исследованиями по трансформации эрозионных объектов урбанизированных территорий [5-6 и др.].

С целью изучения урбанизации на эколого-геоморфологическое состояние овражно-балочной сети авторами выявлены и комплексно изучены закономерности эволюции овражно-балочных и малых речных геоморфологических форм в условиях урбанизированных территорий. Для решения этой задачи авторский коллектив для анализа закономерностей взаимодействия овражно-балочной сети с антропогенными системами первоначально изучил на модельных полигонах особенности эрозионных процессов, которые происходят непосредственно при неизменных параметрах геосреды с последующим сравнением на антропогенно нагруженных территориях в условиях сходного геолого-геоморфологического субстрата.



На последующем этапе выполнения полевых и камеральных работ коллективом исполнителей модельными объектами исследований были определены наиболее показательные крупные долинные комплексы урбанизированных территорий Среднего и Нижнего Поволжья. В рамках выполнения поставленной задачи были изучены закономерности в изменении структуры водосборных бассейнов оврагов и балок городов. С этой целью проведены детальные полевые маршрутные обследования, анализ разновременных топографических карт, космоснимков, каталога скважинных данных, картографические работы (включая гипсометрическое профилирование).

Во-вторых, изучены условия функционирования погребенной эрозионной сети (палеосети) и ее геоэколого-геоморфологических функций.

В рамках решения второй задачи рассматривались овражно-балочные территории в городах, которые подвергаются регулярной засыпке и ликвидации для нужд градостроительства. Было установлено, что овражно-балочные формы в настоящее время в большинстве случаев покрыты значительными по мощности толщами техногенных (антропогенных) грунтов. В процессе исследований также были изучены геологические разрезы конкретных техногенных объектов, формирование которых происходило на разных этапах развития урбанизированных территорий Среднего и Нижнего Поволжья.

Была проведена оценка влияния различных типов техногенного грунта на сохранность эрозионных форм, изучена с помощью серий полевых маршрутных исследований и топографо-геодезических инструментов современная динамика экзогенных процессов в техногенных грунтах и определена потенциальная угроза инженерно-экологической безопасности городских овражно-балочных территорий.

Особое внимание в рамках этого направления было уделено изучению влияния крупных объектов несанкционированного размещения твердых бытовых отходов в долинах оврагов, балок и малых рек городских территорий на динамику эрозионной сети [7].

Итак, авторами впервые планомерно решалась задача изучения особенностей функционирования эрозионной сети крупных урбанизированных территорий Среднего и Нижнего Поволжья как источника геоэкологически опасных природных и природно-техногенных процессов и получены следующие основные результаты: 1) выявлены закономерности эволюции овражно-балочных и малых речных геоморфологических форм в условиях урбанизированных территорий; 2) по выбранным показательным (модельным) долинным комплексам крупных городских территорий построены эволюционные ряды, характеризующие изменение а) планового рисунка эрозионного объекта; б) основных морфометрических характеристик (длины и площади долины, густоты и плотности и др.); в) функциональной нагрузки на долинный

комплекс на различные временные интервалы развития городского пространства; 3) на примере показательных геоморфологических объектов флювиальной природы продемонстрированы особенности функционирования погребенной эрозионной сети (палеосети) и ее геоэколого-геоморфологических функций; 4) получены новые сведения о характерных особенностях изменения динамики эрозионных процессов на современном этапе развития с привлечением методов геодезического мониторинга и дистанционного зондирования, а также данных дешифрирования космо-и аэрофотоматериалов.

Полученные результаты позволяют ставить задачи построения модельной шкалы в системе координат «эколого-геоморфологическое состояние овражно-балочной сети» и «периоды развития урбосистемы» и проведения корреляции изучаемых событий.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 14-05-31538 мол\_а); Минобрнауки России (Программа стратегического развития СГТУ имени Гагарина Ю.А. на 2012-2016 годы, тема 2.1.6. Развитие учебно-научной лаборатории инженерной геоэкологии)*

## Литература

1. Лихачева Э.А. Рельеф среды жизни человека / Э.А. Лихачева, Д.А. Тимофеев. М.: Медиа-ПРЕСС, 2002. 640 с.
2. Лихачева Э.А. Антропогенная геоморфология / отв. ред. Э.А. Лихачева, В.П. Палиенко, И.И. Спасская. М.: Медиа-ПРЕСС, 2013. 416 с.
3. Буланов С.А. Три вида антропогенной обусловленности экзогенного морфогенеза / С.А. Буланов // Геоморфология. Новые решения старых проблем. Вып. 5. М.: Медиа-ПРЕСС, 2014. С. 14–22.
4. Соломин И.А. Выбор технологии рекультивации городских земель, занятых несакционированными свалками / И.А. Соломин, О.Ф. Неглядюк, О.А. Домаркене // Роль природообустройства в обеспечении устойчивого функционирования и развития экосистем: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Ч. II. М.: МГУП, 2006.
5. Крюков К.К. Изменение территории города Сталинграда во время ВОВ по данным немецкой аэрофотосъемки / К.К. Крюков // Экзогенные рельефообразующие процессы: результаты исследований в России и странах СНГ: Материалы XXXIV Пленума Геоморфологической комиссии РАН. Москва: Планета, 2014.
6. Лихачёва Э.А. Экзодинамические процессы на урбанизированных территориях / Э.А. Лихачёва, Л.А. Некрасова // Экзогенные рельефообразующие процессы: результаты исследований в России и странах СНГ: материалы XXXIV Пленума Геоморфологической комиссии РАН. М.: Планета, 2014.
7. Опыт геоэкологического анализа свалочного тела в условиях урбанизированной территории (на примере города Саратова) / И.А. Яшков, А.В. Иванов, Т.Н. Виноградова, А.Г. Кузин // Сергеевские чтения. Инженерно-геологические и геоэкологические проблемы городских агломераций. Вып. 17: материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. М.: РУДН, 2015. С. 458–462.

## СЕКЦИЯ 2

### РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В.А. Амангалиева, Е.В. Плешакова

Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

#### ОЦЕНКА ГИДРОФОБНО-ГИДРОФИЛЬНЫХ СВОЙСТВ БАКТЕРИЙ, ИЗОЛИРОВАННЫХ ИЗ БУРОВЫХ ШЛАМОВ, ИХ ЭМУЛЬГИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ ПО ОТНОШЕНИЮ К НЕФТЕПРОДУКТАМ

При эксплуатации нефтяных и газовых скважин в большом объеме образуются буровые шламы, состоящие из отработанных буровых растворов и выбуренных пород. В настоящее время все шире применяются буровые растворы на углеводородной основе, поэтому буровые шламы нередко содержат много токсичных компонентов, среди которых самыми опасными для окружающей среды являются углеводороды. Для детоксикации отходов бурения эффективным является использование микроорганизмов-деструкторов углеводородов. Поэтому важным является выяснение возможности присутствия у бактерий свойств, необходимых при их применении для утилизации буровых шламов.

Объектом исследований явились микроорганизмы, выделенные из образцов буровых шламов нефтяных скважин Восточной Сибири. Особенностью данных скважин является холодная геология продуктивных пластов, аномально низкие пластовые давления, высокое содержание NaCl (до 15%). Было выделено и изучено 7 чистых бактериальных культур: *Halomonas* sp. ОБР 1, *Bacillus firmus* ОБР 1.1, *B. firmus* ОБР 3.1, *Solibacillus silvestris* ОБР 3.2, *B. circulans* ОБР 3.3, *Erwinia rhapontici* ОБР 4.1 и *B. circulans* НШ.

Гидрофобно-гидрофильную природу поверхности микроорганизмов как интегрального показателя ее структуры учитывают в биологических исследованиях при изучении роста на углеводородах, связанного с прямым потреблением субстрата [1]. Известно, что нефтеокисляющие бактерии, взаимодействуя с углеводородным субстратом, способны к непосредственному контакту с углеводородом за счет гидрофобной клеточной поверхности, обусловленной наличием в ней липидных компонентов. В связи с этим, мы изучили показатель гидрофобности (ПГ) клеток бактерий при культивировании их на полноценной питательной среде и на минеральной среде с глицерином в качестве единственного источника углерода и энергии, т.к. известно, что в зависимости от условий культивирования могут происходить вариации в составе клеточных стенок бактерий. При этом ис-

пользовали метод Е.В. Серебряковой с соавт. [2], основанный на адсорбции бактериальных клеток на поверхности капель хлороформа.

Как показали эксперименты, не все культуры характеризовались высокими значениями гидрофобности. Согласно нашим результатам показатель гидрофобности бактерий, относящихся к роду *Bacillus*: *B. firmus* ОБР 1.1, *B. firmus* ОБР 3.1, *B. circulans* ОБР 3.3 и *B. circulans* НШ, при культивировании их на МПА составлял от 24 до 37%, при выращивании их в минеральной среде с глицерином ПГ был значительно выше – 57–66%. В исследованиях показано, что у большинства культур наблюдалось значительное увеличение ПГ после культивирования их на гидрофобном источнике углерода (глицерине), например, у *Solibacillus silvestris* ОБР 3.2 – от 18,7 до 66,2%, что связано, по всей видимости, с изменениями в составе клеточных стенок бактерий. Известно, что при использовании глицерина в качестве субстрата для культивирования микроорганизмов, возможно получение широкого спектра продуктов, в том числе, ПАВ, которые могут быть использованы для решения экологических проблем, например, для очистки окружающей среды от нефти и нефтепродуктов [3]. В связи с этим, обнаруженные нами изменения у исследуемых микроорганизмов при смене источника углерода в среде культивирования могут свидетельствовать о возможном направленном синтезе биоПАВ.

Важным свойством нефтеокисляющих бактерий является синтез ими биоПАВ, облегчающих поглощение углеводов клетками бактерий за счет диспергирования нефтепродуктов и увеличения биодоступности углеводов. С использованием метода Д. Купера [4] была проведена визуальная оценка биоэмульгации нефти и дизельного топлива исследуемыми бактериями. Культуры выращивали в жидкой минеральной среде с глицерином в качестве единственного источника углерода и энергии. Для определения эндогенной активности изучали бактериальную суспензию, экзогенной – исследовали супернатант, полученный после отделения клеток в ходе центрифугирования. Было показано, что все бактерии проявили высокую эмульгирующую активность по отношению к нефти, образовавшиеся нефтяные эмульсии обладали достаточной стабильностью. Эндогенная эмульгирующая активность через 24 часа составила у разных культур 55–97%, максимальная активность обнаруживалась у штамма *B. firmus* ОБР 3.1. Через 48 часов активность у разных культур также была высокой – 56–90%.

Экзогенная активность через 24 часа составляла 40–87%, через 48 часов – 40–85%. Микробный штамм *Halomonas* sp. ОБР 1 отличался высокими показателями как экзогенной, так и эндогенной активности по отношению к нефти. Следует отметить, что эмульгирующая активность контрольного нефтеокисляющего микроорганизма *Diezia maris* АМЗ [5] была значительно ниже показателей эмульгирующей активности штаммов, выделенных из буровых шламов.

Следует также отметить, что у всех изученных культур, выделенных из буровых шламов, поверхностно-активные свойства (эмульгирующая активность) были связаны как с биомассой бактерий, так и с супернатантом культуральной жидкости. Уровень эмульгирующей активности супернатанта *Halomonas* sp. ОБР 1, *B. firmus* ОБР 3.1 и *B. circulans* НШ был близок уровню эмульгирующей активности жидкой культуры, позволяя предположить, что данное свойство этих бактерий обеспечиваются и внеклеточными биоПАВ.

По отношению к дизельному топливу все культуры проявили сходную эндогенную и экзогенную эмульгирующую активность, порядка 40% через 24 и 48 ч, что сравнимо с соответствующими показателями для *D. maris* АМЗ.

Полученные результаты свидетельствуют о возможных преимуществах данных бактерий в процессах утилизации нефтяных углеводородов, т.к. биоэмульгирующая активность микроорганизмов в сочетании с биодegradирующей способностью сможет обеспечить большую биодоступность углеводородов в различных условиях.

### Литература

1. Яскович Г.А. Характеристика гидрофобности поверхности клеток микроорганизмов / Г.А. Яскович, Г.Э. Елькин // Микробиология. 1995. Т. 64, № 1. С. 137–139.
2. Оценка гидрофобных свойств бактериальных клеток по адсорбции на поверхности капель хлороформа / Серебрякова Е.В., Дармов И.В., Медведев Н.П., Алекеев С.А., Рыбак С.И. // Микробиология. 2001. Т. 71, № 2. С. 237–239.
3. Ившина И.Б. Биоремедиация нарушенных углеводородами и тяжелыми металлами почв с использованием *Rhodococcus*-биосурфактантов и иммобилизованных родококков / И.Б. Ившина // Аграрный вестник Урала. 2012. № 8. С. 65–68.
4. Cooper D.G. Surface active agents from two *Bacillus* species / D.G. Cooper, B.G. Goldenberg // Appl. Environ. Microbiol. 1987. Vol. 53, № 2. P. 224–229.
5. Плешакова Е.В. Нефтеоокисляющий штамм *Diezia maris* и возможности его использования для биоремедиации загрязненной почвы / Е.В. Плешакова, Л.Ю. Матора, О.В. Турковская // Вестник МГОУ. Серия Естественные науки. 2010. № 4. С. 82–89.

**И.Б. Арчегова, Е.Г. Кузнецова, А.Н. Панюков, И.А. Лиханова**

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО РАВНОВЕСИЯ НА ПОСТТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА**

В процессе своей жизнедеятельности человек вступает в сложную систему взаимодействия со средой существования – Природой, развивающейся по законам самовоспроизводства, основанного на сохранении биоравновесия во взаимодействии между ее компонентами. Взаимодействие

человека с природой основано на изъятии ресурсов, выводимых из природовосстанавливающих процессов, т.е. нарушающих основной принцип сохранения целостности природной системы (биосферы). Природопользование приобретает все большие масштабы с ростом численности населения, развитием технических возможностей, проявляясь в разрушении равновесия биосферы как саморегулирующейся глобальной системы. Во второй половине XX в. резко возросло потребление природных ресурсов и связанное с этим разрушение природных экосистем – «регуляторов окружающей среды», человечество вышло за пределы «несущей экологической емкости биосферы, положив начало развитию глобального экологического кризиса» [1, 5]. Как отметил К.С. Лосев [4], 63% суши Земли, пригодной для сельскохозяйственного использования уже освоено. На этой территории полностью уничтожены природные экосистемы, что усугубило нарушение биологического равновесия.

Впервые на международном уровне экологические проблемы обсуждали на конференции ООН в 1972 г. (Стокгольм, Швеция). Генеральной ассамблее ООН было предложено разработать Программу международной природоохранной деятельности. Работу по такой программе выполнила комиссия под руководством Гро Харлем Брундтланд (1984–1987), результатом которой стал доклад «Наше общее будущее». В ней заявлялось о необходимости перехода в глобальном масштабе к устойчивому развитию, обозначавшему удовлетворение потребностей (в природных ресурсах) живущих поколений и сохранение природных условий для будущих поколений. Заявление было поддержано в глобальном масштабе. В 1996 г. был издан Указ Президента Российской Федерации о принятии концепции устойчивого развития. Становилось понятно, что масштабное разрушение биоравновесия в природе требует восстановления природных экосистем. Обращает на себя внимание высказывание В.В. Крючкова [3], который считал, что «природопользование и природовосстановление – это двуединый процесс ..., для того, чтобы природные системы вырабатывали для нас потребительские стоимости (вода, лес, кислород и др.), их надо восстанавливать». Известный почвовед Г.В. Добровольский отмечал, что «охрана почв и биосферы в целом во многом не дает нужного результата из-за явной недостаточности разработки их теоретических и методических основ [2]. Через 10 лет, обобщая огромный материал, известные ученые-экологи К.С. Лосев, Р.А. Мнацаканян, Н.М. Дронов отметили, что предложенная и принятая глобальным сообществом стратегия устойчивого развития, т.е. перехода на принципы новой экономики, на деле не реализуется. Авторы отметили, что связано это с отсутствием разработанной концепции и на ее основе системы практических приемов реализации.

Обобщение всего отмеченного подтверждает, что устойчивое развитие, принятое как стратегия глобального масштаба, включает, кроме охраны природы, решение проблемы природовосстановления разрушенных ес-

тественных экосистем, возврат их в биосферу для сохранения в биосфере устойчивого саморегулирующегося процесса.

Сотрудниками Института биологии Коми НЦ УрО РАН с начала 60-х годов XX в. проводились исследования на севере европейской части России, которые показали высокую степень неустойчивости природных экосистем к техногенным воздействиям, их быстрое разрушение и очень медленное самовосстановление, усложненное активным развитием эрозионных процессов. В результате в конце 90-х годов была разработана концепция «ускоренного (управляемого) природовосстановления». Методологической основой был принят принцип системности, согласно которому любая экосистема рассматривается как целостное образование, состоящее из взаимосвязанных и взаимообусловленных структур: растительного сообщества, микробно-фаунистического комплекса, трансформирующего органические остатки и освоенного растительным сообществом субстрата, в котором аккумулируются элементы питания (почвы), обуславливающие самовоспроизводство природной экосистемы. Вне экосистемы эти компоненты не формируются и не функционируют. Экосистемы как первичные единицы составляют глобальную природную систему – биосферу, обеспечивая ее устойчивость в разнообразных природно-климатических условиях. Именно для сохранения устойчивости биосферы и необходим возврат в нее первичных единиц – природных экосистем. Для этого нами была разработана система практических приемов управляемого (ускоренного) природовосстановления разрушенных природных экосистем (рисунок).

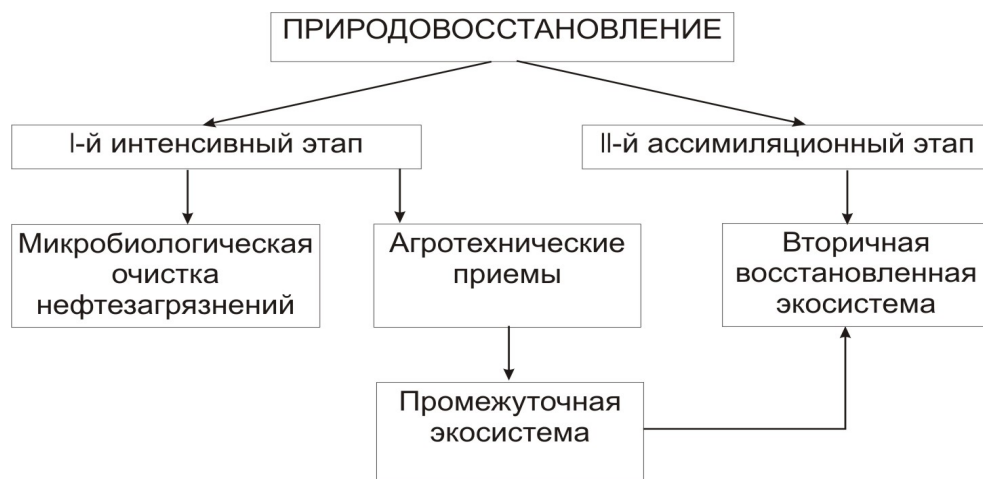


Схема ускоренного «природовосстановления»

Система включает два этапа. На первом, «интенсивном» этапе комплексом агроприемов (удобрения, посев многолетних трав местных популяций) за 3-5 лет восстанавливается биогено-аккумулятивный слой, на базе которого развивается второй, «ассимиляционный» этап формирования лесной экосистемы. Процесс ускоренного формирования лесной экосистемы занимает 20-25 лет, тогда как самовосстановительная сукцессия про-

должается более до 100 лет. Разработанная система географически ориентирована, т.е. при корректировке на конкретные природно-климатические условия региона может широко применяться.

Обобщение всего рассмотренного позволяет характеризовать рациональное (устойчивое) природопользование как комплекс работ промышленного освоения природных ресурсов и адекватного разрушению восстановления разрушенных экосистем с целью сохранения биосферного равновесия.

### Литература

1. Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни / В.Г. Горшков. М.: ВИНТИ, 1995. Т. 28. 472 с.
2. Добровольский Г.В. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. М.: Наука / Интерпериодика, 2000. 185 с.
3. Крючков В.В. Необходимость и возможность рекультивации нарушенных земель на Севере / В.В. Крючков // Освоение Севера и проблема рекультивации: матер. II Междунар. конф. Сыктывкар, 1994. С. 23-32.
4. Лосев К.С. Потребление возобновляемых ресурсов: экологические и социально-экономические последствия (глобальные и региональные аспекты) / К.С. Лосев, Р.А. Мнацаканян, Н.М. Дронин. М.: ГЕОС, 2005. 157 с.
5. Лосев К.С. Мифы и заблуждения в экологии / К.С. Лосев. М.: Научный мир, 2010. 224 с.

**И.Д. Ахмедова, Т.И. Удовиченко**

Институт микробиологии НАН Азербайджана, г. Баку

### **СКРИНИНГ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИХ БАЗИДИАЛЬНЫХ ГРИБОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА АНТРОПОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ Г. БАКУ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Одно из направлений создания технологически безвредных процессов переработки древесины в целлюлозу и волокнистое сырьё связано с использованием микроорганизмов, в частности ксилотрофных грибов, которые благодаря синтезу широкого спектра ферментов, высокой проникающей способности мицелия в субстрат обеспечивают наиболее эффективную деградацию всех компонентов растительного сырья.

Целью исследований явился отбор грибов-деструкторов лигноцеллюлозного комплекса растительных субстратов.

В ходе скрининга из проверенных 50 видов (100 штаммов) активными деструкторами растительных полимеров оказались 17 видов грибов (таблица). Наибольшей способностью обогащать белком подсолнечную лузгу обладали *Trametes hirsutus*, *Panus tigrinus*, *P. ostreatus*; ОБЛ –



*Trametes hirsutus*, *Bjerkandera adusta*, *Trametes versicolor*. Самое высокое содержание белка в субстратах и максимальные потери их массы отмечены при выращивании на подсолнечной лузге и ОВЛ грибов *B. adusta* и *T. hirsutus*.

Характеристика лигноцеллюлозных субстратов,  
ферментированных наиболее активными макромицетами

Грибы	Белок в субстрате, %		Лигниназная активность, ед/г		Потери массы субстрата, %	
	подсол- нечная лузга	ОВЛ	подсол- нечная лузга	ОВЛ	подсол- нечная лузга	ОВЛ
<i>Anisomyces caucasicus</i> (Bres.) Bond.	15.0	14.4	52.0	44.0	32.0	30.0
<i>Bjerkandera adusta</i> (Wild. Fr.) P.Karst.	16.4	15.2	61.0	55.3	38.9	40.0
<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.: Waller.) Pat.	15.0	13.5	32.5	36.5	27.0	26.0
<i>Ganoderma lucidum</i> (Leyss.:Fr.) Karst.	14.6	13.0	42.9	37.0	23.8	24.5
<i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.: Fr.) Karst.	14.6	13.6	54.0	42.5	23.9	24.5
<i>Funalia gallica</i> (Fr.) Bond.: Sing.	14.8	14.2	43.5	39.3	25.0	24.2
<i>Hirshioporus pergamenus</i> (Fr.) Bond. et Sing.	14.7	14.6	24.7	37.5	26.0	23.1
<i>Inonotus cuticularis</i> (Bull.: Fr.) Karst.	13.4	14.3	41.0	48.0	22.2	24.7
<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.: Fr.) Bond. et Sing.	14.6	14.1	29.7	32.1	28.7	25.7
<i>Lenzites betulina</i> (L.: Fr.) Fr.	14.8	13.8	39.0	28.3	31.8	23.3
<i>Panus tigrinus</i> (Bull.:Fr.) Sing.	15.1	14.2	59.3	45.5	32.2	28.5
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Fr.) Kumm.	15.4	13.1	72.3	45.0	31.0	32.5
<i>Polyporus agariceus</i> Berk.	14.6	14.6	47.0	39.0	26.5	26.3
<i>Pseudotrametes gibbosa</i> (Pers.) Bond.: Sing.	14.1	12.9	35.0	25.8	24.5	22.7
<i>Shyrophillum commun</i> Fr.	13.5	14.9	31.7	30.5	25.0	23.5
<i>Trametes hirsutus</i> (Fr.) Quel.	15.5	15.5	76.0	100.5	38.0	38.0
<i>Trametes versicolor</i> (L.:Fr.) Quel.	15.1	14.5	33.5	45.5	32.0	32.5

Удельная скорость роста отобранных ксилотрофов на жидких питательных средах составляет 0.08–0.11 ч<sup>-1</sup>, на агаризованных средах радиальная скорость роста – 10.0–15.0 мм/сут, что характеризует штаммы как быстрорастущие. Продуктивность их при выращивании в ферментёрах и использовании гомогенизированного мицелия достигает 5.0–8.0 г/л/сут. Ростовой коэффициент, определённый к моменту полного зарастания поверхности чашки Петри, превышал 100 [2].

Сравнение ферментативной активности показало: лигниназная активность грибов *B. adusta* и *T. hirsutus* – 49.0–130.0 ед/г.

Содержание белка в субстратах, ферментированных макромицетами – 15.2-16.4%, потери массы субстратов под действием *T. hirsutus* и *B. adusta* – 38.0-40.0%.

Изучение эффективности биоконверсии растительных субстратов отобранными грибами позволило установить: прирост белка на единицу использованного субстрата ( $Y_B$ ) достигал 20.0 (глубинное культивирование), 19.0% (твёрдофазное), степень использования субстратов в условиях глубоинной ферментации ( $U_S$ ) – 87.0%, общая эффективность биоконверсии ( $\eta$ ) – 79.0%.

По данным литературы [2],  $U_S$  для лигноцеллюлозных субстратов – 52.0–85.0%,  $\eta$  не превышает 80.0%,  $Y_B = 17.0\%$ .

В условиях твёрдофазной ферментации степень утилизации субстратов составила 42.0–85.0%,  $\eta = 30.0$ –75.0%, в то время как в исследованиях других авторов  $U_S = 36.0$ –73.0%,  $\eta = 15.0$ –59.0% [3]. Приведённые данные характеризуют используемые грибы как высокопродуктивные. Вместе с тем следует отметить, что активность макромицетов *T. hirsutus* и *B. adusta* практически одинакова при различных способах культивирования.

Полученные нами данные могут быть использованы не только для обогащения растительных субстратов комплексом биологически активных веществ, но и для конверсии целлюлоз и гемицеллюлоз в глюкозу, фруктозу, этиловый спирт; сырьё для химической промышленности – фурфурол, фенолы, креолы. Методы же генной инженерии помогут создать штаммы, лучше адаптированные к различным типам конверсии.

### Литература

1. Трансформация продуктов фотосинтеза / Лаукевиц Я.Я., Апсите А.Ф., Лейте М.Л. и др. Рига: Зинатне, 1984. С. 88-132.
2. Мурадов П.З. Особенности ферментативной активности ксилотрофных грибов в процессе биоконверсии растительных отходов: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / П.З. Мурадов. Баку, 2004.
3. Temmes A. Degradation of cellulose to methane by defined mixed cultures / A. Temmes, S. Nitisinprasert // Soviet – Finnish seminar on bioconversion of plant raw materials by microorg. Puchino. 1989. P. 30-40.

**Н.А. Баджурак**

Оренбургский государственный педагогический университет

### **АНТРОПОГЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ БИОЦЕНОЗОВ В ПОЙМЕ РЕКИ УРАЛ**

В антропогенной среде природные компоненты полностью или частично изменены хозяйственной деятельностью. Река Урал представляет собой яркий пример городского водотока, испытывающего на себе все

многообразии антропогенных воздействий: разнообразие стоков, изменение гидрологического и температурного режима, значительная доля (более 50%) бытовых биологически очищенных стоков.

Поэтому актуальность избранной темы состоит в изучении разнородной изменчивости биоценозов поймы реки Урал, продуктивности и составе видов. В сообществах пойм рек отмечаются неоднородность, пятнистость, мозаичность травостоя, что говорит о преобладании одних видов растений над другими. Изучение горизонтальной структуры травостоев луговых фитоценозов даёт возможность выяснить разнородную изменчивость, смену видов-доминантов и устойчивость видового состава.

В настоящее время исследователи уделяют значительное внимание анализу структуры травостоя, так как изучение её имеет большое теоретическое и практическое значение при выяснении фитоценологических отношений.

Цель работы: изучение механизма продуктивности растительных сообществ пойменных биоценозов.

Задачи работы: 1) зонирование района исследования и его физико-географическая характеристика; 2) определение температурного режима в зависимости от высоты территории; 3) определение влажности почв участков исследуемых биоценозов; 4) описание флористического состава биоценозов поймы бассейна Урала. Дать флоре биоценозов эколого-фитоценологическую характеристику.

Объектом исследований являются травянистые сообщества на прирусловой средневысокой и пониженной плоской равнине правобережной поймы р. Урал от моста в с. Ивановка юго-восточнее г. Оренбурга до Уральского открытого водозабора ООО «Оренбург Водоканал», расположенного на правом берегу реки Урал в центральной части г. Оренбурга (на расстоянии около 8 километров).

Методическая часть основана на общепринятых методиках [1]. Данные по ферментативной активности почв приведены для воздушно-сухих образцов, статистическая обработка ведется в программах Microsoft Excel и Statistica 8,0.

Исследование происходит на 3 пойменных участках: первый – на прирусловой повышенной равнине, второй – на пониженной равнине и третий – на плоской равнине центральной поймы. На исследуемой части поймы в почвенных разрезах выделили генетические горизонты и описали в них морфологические признаки по Б.Г. Розанову (1975). Провели диагностику почвенных горизонтов и определили наименование почв, используя классификации 1977 и 2004 гг. Почвы исследуемого района преимущественно собственно-аллювиальные дерновые насыщенные слабогумусные орошаемые и собственно-аллювиальные дерновые насыщенные слабогумусные маломощные. Плотность и пористость почвы определяли в полевых условиях по методическим указаниям, расчетным способом. Отбор

образцов почвы осуществлен по стандартной методике «конверта» (ГОСТ 17.4.4.02-84), пробы отбирали с глубины 0–10 см, 10–20 см и 20–50 см. Изучение почвенного профиля поймы антропогенных изменений проводилось до глубины 50 см. Из отобранных почвенных профилей сплошной колонкой через 10 см были отобраны почвенные образцы для химического анализа и определения влажности почвы. Пространственную изменчивость отдельных показателей растительных сообществ и свойств почв определяем отбором образцов слоя 0–10 см каждой пробной площадки [2, 3].

Растения собирали в вегетационный период с мая по сентябрь, для определения флористического состава района исследования. На каждой пробной площади растительность описывалась по общесоюзной инструкции геоботанических исследований (1984) с дополнениями Т.М. Зоркиной (2003; 2006), а также по определителю сосудистых растений Оренбургской области З.Н. Рябининой, М.С. Князева (2009). Общее проективное покрытие (ОПП) определялось глазомерно и выражалось в процентах от размера пробной площади. Жизненные формы и экологические группы выделялись по методике А.В. Куминовой (1976). Запасы надземного растительного вещества определяли ежемесячно с апреля по сентябрь в 4-кратной повторности методом укосов, запасы подземного растительного вещества в августе – по методу монолитов  $10 \times 10 \text{ см}^2$  в слое 0-10 см на тех же площадках. Стадии антропогенного воздействия установили по состоянию растительного покрова. Определены для этих биогеоценозов тип и влажности почвы, флористическую насыщенность травостоя.

Флора поймы Урала представлена в основном мезофитами, затем идут виды ксерофитного характера (21%), преобладающие в травостоях остепненных лугов. Гидрофильные виды представляют собой сравнительно небольшую группу (5,5%). Систематический состав доминантов подтверждает, что основу травостоя пойменных лугов Урала образуют злаковые и осоковые, на долю которых приходится 73,3%. Больше всего доминантов в родах *Carex* (9), *Agropyron* (4), *Artemisia* (4) и *Festuca* (3). Из луговых доминантов и субдоминантов Урала на всем протяжении поймы доминирует только пырей ползучий. Наличие в лесах поймы Урала дуба, вяза, боярышника, крушины и других видов явно показывает европейский характер растительности [4, 5].

#### Выводы:

1. В условиях естественной эволюции пойменных и дельтовых ландшафтов различаются три сукцессионных генетических ряда развития растений: на прирусловых валах, междельтовых равнинах и русловых понижениях.
2. Количество влаги в почве и фиторазнообразие видов выше в прибрежной зоне по сравнению с возвышенными участками поймы.
3. Фитоценозы в поймах рек особенно сильно зависят от гидрологического режима и почвенно-грунтовых условий.

4. Состояние растительного покрова исследуемой части поймы вызывает необходимость долговременного мониторинга с целью создания единой системы контроля. Приоритетным направлением в решении этой проблемы являются экологическая паспортизация, ландшафтное планирование и стратегия рационального природопользования на основе бассейнового принципа.

### Литература

1. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования) / Б.А. Доспехов. 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Розанов Б.Г. Морфология почв / Б.Г. Розанов. М.: Академический проект, 2004. 432 с.
4. Рябина З.Н. Определитель сосудистых растений Оренбургской области / З.Н. Рябина, М.С. Князев М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 758 с.
5. Рябина З.Н. Растительный покров степей Южного Урала / З.Н. Рябина. Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2003. 224 с.

### Т.Н. Васильева

Оренбургский научный центр Уральского отделения РАН, отдел геоэкологии

### ФИТОРЕМЕДИАТОРЫ ГОРОДА ОРЕНБУРГА

*Введение.* Загрязнение почв является одной из важнейших экологических проблем урбанизации. Выходом в создавшейся ситуации может стать фиторемедиация – очистка почвы с помощью растений [1, 2]. Методы фиторемедиации, основанные на применении растений, относительно недорогие. Для очистки почвы необходимо засеять её нужным видом растений, а в конце сезона собрать «урожай» поллютантов и утилизировать [3]. Поиск местных видов растений-ремедиаторов является актуальным для Оренбургской области.

В этой связи целью настоящей работы является восстановление почвы от поллютантов с помощью растений-ремедиаторов.

#### *Задачи исследования:*

1. Анализ уровней загрязнения урбанизированных почв г. Оренбурга металлами-поллютантами и изучение динамики их накопления в почвах.
2. Определение содержания тяжелых металлов в надземных частях травянистых растений – представителей типичной региональной фитофлоры, произрастающих на территории г. Оренбурга.

3. Сопоставление уровней накопления тяжелых металлов в почвах и растениях. Определение таксономических различий растений по степени взаимосвязи концентраций металлов в почвах и исследуемых растениях.

4. Выработка рекомендаций по выбору растений-ремедиаторов из числа изученных представителей фитофлоры региона.

*Материалы и методы.* Почва и вегетативные части растений исследованы атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре для определения тяжелых металлов по ряду параметров. Реперные участки закладывались на территории 15 санитарно-защитных зон предприятий г. Оренбурга.

#### *Результаты*

По результатам исследования почвенных разрезов 15 реперных участков, расположенных на территориях санитарно-защитных зон промышленных предприятий, общей закономерностью явилось загрязнение Zn, Pb и Cu, уровни которых либо постоянно, либо часто превышали ПДК на протяжении всего периода наблюдения. В пределах г. Оренбурга с точки зрения динамики наблюдаем разнонаправленные, мозаичные процессы, происходящие в почвах. Благодаря мозаичности загрязнения городских почв поллютантами нас интересует перенос металлов в растения. Разнообразные уровни накопления поллютантов растениями позволили нам на последующих этапах работы изучить уровни накопления металлов в растениях, произрастающих на данных реперных участках, и разработать модели взаимосвязей между загрязнением почв и накоплением поллютантов в растениях. Были оценены взаимосвязи содержания поллютантов в почвах и растениях. Растения, имеющие наибольший потенциал к фиторемедиации: одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*), лопух большой (*Arctium lappa*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*), птичий горец, спорыш (*Polygonum aviculare*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), полынь горькая (*Artemisia absinthium*), цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus*).

Независимо от видовой принадлежности наблюдается положительная корреляционная связь, носящая линейный характер, между концентрациями металлов-поллютантов в почве и их концентрациями в травянистых частях растений – представителей типичной фитофлоры региона. Межвидовые сравнения позволили впервые для Южно-Уральского региона выделить наиболее предпочтительные виды растений – потенциальных фиторемедиаторов. При этом наибольшая эффективность в отношении накопления наиболее опасных металлов-поллютантов (Pb и Cd) показана для таких растений как лопух большой (*Arctium lappa*), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*), полынь горькая (*Artemisia absinthium*), птичий горец (*Polygonum aviculare*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*).

Полученные сведения стали основой разработки рекомендаций по выбору растений потенциальных ремедиаторов тех или иных металлов-поллютантов, наиболее предпочтительных для дальнейшей экспериментальной разработки фиторемедиационных технологий в регионе исследования, основанных на применении местных представителей фитофлоры.

### Литература

1. Desouza, M.P., E.A.H. Pilon-Smiths, and N. Terry. (2000). The physiology and biochemistry of selenium volatilization by plants, P. 171–190. *In* B.D. Ensley and I. Raskin (ed.) Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean up the environment. John Wiley & Sons, NY.
2. Ernst, W.H.O. (1975). Physiology of heavy metal resistance in plants, P. 121–136. *In* T.C. Hutchinson et al. (ed.) Proceedings of an International Conference on Heavy Metals in the Environment. CEP Consultants, Edinburgh.
3. Gerard, E., G. Echevarria, T. Sterckeman, and J.L. Morel. (2000). Cadmium availability to three plant species varying in cadmium accumulation pattern. *J. Environ. Qual.* 29: 1117–1123.

**Н.В. Веденеева, Е.И. Тихомирова, О.В. Нечаева, М.М. Вакараева**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ТЕСТ-ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ПОЛИМЕРА**

В настоящее время актуален поиск новых соединений с антимикробными свойствами, которые могут быть использованы в системах очистки и обеззараживания воды, и в то же время безвредных для человека и животных. Для обоснования безопасности применения новых соединений необходимы детальные исследования их биологических, токсикологических и физико-химических свойств.

Целью наших исследований была экотоксикологическая оценка инновационного полимера – полиазолидинаммоний ионгидрата, обладающего антимикробными свойствами.

Полиазолидинаммоний, модифицированный гидрат ионами йода (ПААГ-М), предоставленный ООО НПО «Альтернатива», относится к классу поликатионов и является полиэлектролитом с высокой плотностью заряда. Препарат обладает антимикробными свойствами за счет образования электростатических связей между полимером и поверхностными структурами бактерий, а также биоактивных гидратионов йода, входящего в его состав [4].

Для обоснования экологической безопасности применения ПААГ-М в системах водоочистки необходимо было оценить его токсичность с использованием комплекса биотест-объектов.

Острую токсичность полимера устанавливали методами биотестирования двойных последовательных разведений ПААГ-М от 1000 до 2 мкг/мл с использованием стандартных тест-объектов: низших водорослей *Chlorella vulgaris* Beijer (ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04), низших ракообразных *Daphnia magna* Straus (МВИ4-2010.), бактериального биосенсора «Эколюм» (МР 01.018-07), а также белых лабораторных мышей (МУ 1.2.1105-02).

Определение токсичности ПААГ-М с использованием бактериального биосенсора «Эколюм» проводили согласно аттестованной методике, основанной на сравнении интенсивности люминесценции рекомбинантного штамма *Escherichia coli* K12 TG1 на приборе «Биотокс-10» в анализируемых пробах, содержащих ПААГ-М. Результатом отклика тест-реакции являлся расчетный индекс токсичности, равный отношению интенсивности биолюминесценции контроля и опыта. Установлено незначительное снижение интенсивности свечения люминесцентного штамма бактерий *E. coli*, что связано с антимикробными свойствами полимера. Расчетные значения индексов токсичности для разных концентраций ПААГ-М представлены в табл. 1.

Таблица 1

Индексы токсичности разных концентраций ПААГ-М

	Концентрации ПААГ-М в мкг/мл									
	1000	500	250	125	62,5	32	16	8	4	2
Индекс (Т) токсичности	13,92 ±0,79	13,90 ±0,81	15,82 ±0,68	16,88 ±0,74	17,84 ±0,86	17,85 ±0,87	18,48 ±0,88	19,56 ±1,05	19,38 ±0,99	18,32 ±0,85

Острое токсическое действие различных концентраций ПААГ-М на *Daphnia magna* Straus определяли по их смертности за 72 ч экспозиции. Критерием острой токсичности служила гибель в исследуемой пробе как минимум 50% рачков за 48 часов при условии полной жизнеспособности всех особей в контрольном образце.

Выявлено, что при всех исследуемых концентрациях полимера гибели дафний не происходило. Результаты оценки токсичности приведены в табл. 2. Активность передвижений всех особей была в норме, у некоторых линька происходила в результате роста.

Таблица 2

Выживаемость дафний при действии разных концентраций ПААГ-М, %

Тест-объект	Концентрации ПААГ-М в мкг/мл										
	1000	500	250	125	62,5	32	16	8	4	2	К
<i>Daphnia magna</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100



Для биотестирования с помощью *Chlorella vulgaris* Beijer использовали альгологически чистую суточную культуру водорослей оптической плотностью 0,625. Методика основана на регистрации различий в оптической плотности водоросли, выращенной на среде, не содержащей токсических веществ (контрольный образец), и тестируемых проб. Критерием токсичности являлось подавление или стимуляция роста хлореллы в исследуемых пробах как минимум на 20 или 30% соответственно по сравнению с контрольным образцом, приготовленным на дистиллированной воде.

При проведении исследований отмечено, что после экспозиции хлореллы в пробах с высокими концентрациями ПААГ-М происходило осаждение клеток водоросли, что связано с остаточными свойствами исходного препарата – коагулянта. Для более точного определения индекса токсичности пробы с осевшими клетками центрифугировали, повторно разбавляли в необходимом объеме воды, затем измеряли оптическую плотность. Установлены незначительные изменения оптической плотности исследуемых образцов по сравнению с контрольными.

Комплексная оценка острой токсичности ПААГ-М на указанных выше тест-объектах не позволила установить показатели ЛК<sub>100-48</sub> и ЛК<sub>50-48</sub>, поскольку все исследуемые концентрации полимера не вызывали гибели тест-объектов с сохранением их нормальной физиологической активности.

Таким образом, предварительная оценка токсичности ПААГ-М позволила отнести данный полимер к нетоксичным соединениям.

На втором этапе токсикологических исследований была проведена оценка острой токсичности перспективных для использования концентраций ПААГ-М на лабораторных белых мышах – самцах при внутрибрюшинном и пероральном введении. Величину средней смертельной дозы LD<sub>50</sub> рассчитывали по методике И.П. Ашмарина [1].

После введения максимально возможной дозы исследуемого препарата у экспериментальных животных ежедневно фиксировали ряд показателей:

- общее физиологическое состояние и поведение на основании визуального осмотра было стабильным, без изменений;
- интенсивность и характер двигательной активности – стабильно выраженные;
- наличие судорог не отмечено;
- координация движений и тонус скелетных мышц в норме;
- реакция на тактильные, болевые, звуковые и световые раздражители была всегда выражена;
- частота и глубина дыхательных движений и ритм сердечных сокращений – стабильны без изменений;
- состояние волосяного и кожного покрова было стабильно хорошим;
- окраска слизистых оболочек и размер зрачка – без изменений;
- фекалии были сформированы, дефекация безболезненная;
- частота мочеиспускания и окраска мочи не изменились;

- потребление воды не увеличилось;
- аппетит выраженный, масса тела стабильная.

При вычислении основных параметров острой токсичности ПААГ-М методом Литчфилда и Уилкоксона получили следующие данные:  $LD_{50}$  – не выявлено,  $LD_0 = 2000$  мг/кг м.т.

Полученные с использованием комплекса биотест-объектов данные об отсутствии токсичности ПААГ-М позволили отнести его к малоопасным соединениям IV класса токсичности. Это послужило основанием для обоснования экологической безопасности использования ПААГ-М для конструирования фильтрующих систем для очистки воды питьевого назначения.

*Работа выполнена в рамках гранта Фонда Бортника программы «У.М.Н.И.К. 2013» на НИР «Разработка фильтрующей системы на основе наноструктурированных биосовместимых материалов».*

## Литература

1. Ашмарин И.П. Статистические методы в микробиологических исследованиях / И.П. Ашмарин, А.А. Воробьев. Л.: Изд-во мед. лит., 1987. 184 с.
2. МВИ4-2010. Методика определения индекса токсичности нанопорошков, изделений из наноматериалов, нанопокровов, отходов и осадков сточных вод, содержащих наночастицы по смертности тест-организма *Daphnia magna* Straus / Томский государственный университет, 2010. 34 с.
3. МУ 1.2.1105-02 Оценка токсичности и опасности дезинфицирующих средств. М., 2002. 23 с.
4. Создание инновационных препаратов на основе гетероциклических соединений и полиазолидинаммония, модифицированного гидрат ионами галогенов / О.В. Нечаева, Е.И. Тихомирова, Д.А. Заярский, М.М. Вакараева // Фундаментальные исследования. 2014. №6–3. С. 506–511.
5. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04 Методика определения токсичности проб поверхностных пресных, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных вытяжек из почвы, осадков сточных вод и отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла.

**Т.Н. Волгина, О.Ю. Федорова**

Томский политехнический университет

## **ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ НЕКОНДИЦИОННЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ**

В настоящее время огромное производство и сбыт лекарственных препаратов приводят к накоплению большого объема бракованных, просроченных или конфискованных партий фармацевтических средств на различных складах и хранилищах.

Многие фармацевтические средства обладают высокой биологической активностью и, соответственно, низкой способностью к биоразложению в природных условиях, поэтому для предотвращения негативного воздействия на окружающую среду такого рода отходов их следует обезвреживать.

Наиболее популярными способами являются захоронение, сжигание и плазмохимическое разрушение. Однако данные методы не лишены недостатков. Использование высоких температур и необходимость очистки образующихся вторичных загрязняющих веществ усложняют и удорожают термические методы детоксикации. Энергоемкость и сложность аппаратного оформления плазмохимических технологий, а также необходимость очистки выбросов ограничивают область их использования.

В последние десятилетия все большую популярность завоевывают процессы непрямого электроокисления, особенно те, которые в той или иной степени направлены на защиту окружающей среды.

В связи с этим целью данной работы является исследование жидкофазного процесса деструктивного разложения лекарственных средств (на примере салициловой кислоты (СК) и ее производных) в сернокислой среде электрохимически генерируемыми окислителями.

Ранее проведенные исследования показали, что при исходной концентрации до 1 г/л салициловая кислота наиболее эффективно окисляется в 40% серной кислоте. Что касается производных СК, то большинство из них, даже при малых концентрациях, слабо растворимы в водных средах и это накладывает определенные трудности при разработке способа их обезвреживания, особенно в условиях, когда процессу обезвреживания подвергаются высококонцентрированные растворы.

Экспериментальные данные показывают (табл. 1), что неоднородность системы замедляет ход процесса. Поэтому при окислении суспензий определяющим фактором является скорость доставки органических веществ к анодному пространству, где синтезируется окислитель.

Интенсифицировать данный процесс возможно за счет введения дополнительного количества реакционно способных соединений, например, персульфата аммония. Экспериментальным путем установлено (табл. 2), что в присутствии  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  максимальный выход окислителей при плотности тока  $0,8 \text{ А/см}^2$  наблюдается на 15 минуте электролиза 5 М серной кислоты. Их суммарное количество увеличивается на 15%.

Таблица 1

Значение химического потребления кислорода ( $\text{мгO}_2/\text{л}$ )  
производных сульфосалициловой кислоты

Производное СК	Концентрация, г/л	Время обезвреживания, мин			
		0	20	40	60
Сульфосалициловая кислота	3	3500	2600	1400	500
5-нитросалициловая кислота	1,3	1154,3	770,4	180,6	< 30
5-хлорсалициловая кислота	1,3	1552,6	1065,9	569,9	404,6
5-бромсалициловая кислота	1,3	1232,1	961,3	825,9	687,2
Ацетилсалициловая кислота	13,1	9000	3200	100	< 30
Салициламид	13,1	16000	5500	2000	—

В этих условиях окисление органических соединений, несмотря на гетерогенность системы, ускоряется в 2-3 раза (табл. 2).

Таблица 2

Значение химического потребления кислорода ( $\text{мгO}_2/\text{л}$ )  
производных сульфосалициловой кислоты

Соединение Время окисления, мин	Ацетилсалициловая кислота		Салициламид	
	$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{H}_2\text{SO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$	$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{H}_2\text{SO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$
0	9000	9000	16000	16000
10	5000	3000	10000	6000
20	3200	1000	5500	3500
30	1000	30	3500	2000
40	100	—	2000	1000

Таким образом, проведенные исследования показывают, что обезвреживание некондиционных лекарственных средств до нетоксичных соединений может быть осуществлено в мягких условиях в сернокислотных растворах с добавкой персульфатов.

***Светлой памяти проф. Рубана И.Н. посвящается***

**Н.Л. Воропаева, А.Г. Ткачев<sup>1</sup>, А.А. Гусев<sup>2</sup>, В.П. Варламов<sup>3</sup>,  
В.В. Карпачев, О.Л. Фиговский<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>ООО «НаноТехЦентр», Тамбовский государственный технический университет; <sup>2</sup>НОЦ «Нанотехнологии и наноматериалы», Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина;

<sup>3</sup>Центр «Биоинженерия» РАН; <sup>4</sup>PolymateLtd.-INRC, Migdal HaEmek, Israel

### **(НАНО)ЧИПЫ С ЭЛИСИТОРНОЙ АКТИВНОСТЬЮ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ЭКОСИСТЕМЫ**

Снятие пестицидной нагрузки на экосистемы путем замены традиционных химических средств защиты растений в сельскохозяйственном производстве на «беспестицидные» препараты и получение экологически безопасной или чистой продукции АПК – это сегодня важнейшие мировые приоритеты, направленные на сохранение, восстановление агробиоценозов и «экологизацию» сельского хозяйства в целом [1]. Весомый вклад в это направление деятельности вносят исследования, связанные с разработкой и применением новых нетоксичных препаративных форм средств защиты, обладающих элиситорной активностью и обеспечивающих повышение болезнеустойчивости растений [2]. Защита растений от болезней с помощью элиситоров базируется на активации эндогенных факторов устойчивости растений и является более «экологичной» в сравнении с традиционными

пестицидами. Индуцирование устойчивости растений, называемое иммунизацией, сходно с вакцинацией, которая широко используется в медицине и ветеринарии. Однако в отличие от вакцинации оно не нашло до настоящего времени повсеместного практического применения в защите растений, что, вероятно, связано с отсутствием в иммунитете растений системы «антиген-антитело». Не обладая биоцидным действием, препараты с элиситорной активностью представляют несомненный интерес при разработке так называемых «экологических систем» защиты растений, поскольку их применение не отражается на биоценозах. При применении таких препаратов, например, в процессе обработки семян перед посевом и растений в период вегетации различными способами резко снижается сфера воздействия пестицидов на окружающую среду и человека.

Семена ярового рапса, обработанные нами экологически безопасными или экологически чистыми полифункциональными физиологически активными (нано)системами – (нано)чипами [3] на основе модифицированных природных минералов – МПМ (вермикулита (МВМ), шунгита и др.), углеродсодержащих сорбционно-емких (нано)материалов – УСНМ, активных углей из растительных отходов (РАУ), углеродных нанотрубок (Тауниты), графена (ГФ) и т.п.) и модифицированных производных водорастворимых полисахаридов – ВРП (водорастворимых эфиров целлюлозы (ВЭЦ) – натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (NaКМЦ), метилцеллюлозы (МЦ) и др.) с одновременным включением в рецептуру элиситоров различной природы (элиситоры – индукторы болезнеустойчивости природного происхождения (на основе хитозана, органических кислот и бактериальных культур), высевались в полевых опытах согласно агроправилам возделывания данной культуры. Проводились все необходимые учеты и наблюдения за ростом, развитием растений и их урожайностью в зависимости от состава разработанных (нано)систем – (нано)чипов для предпосевной обработки семян и растений в период вегетации [4].

В результате проведенных исследований выявлена выраженная дифференциация по изучаемым показателям в различных вариантах опыта в зависимости от состава нанесенных на поверхность семян рапса комплексных полифункциональных (нано)чипов в процессе их предпосевной обработки с помощью (нано)технологии и использованных при опрыскивании посевов биопестицидов с элиситорной активностью. При этом прибавка урожая при использовании (нано)чипов, в которых введены в качестве матриц-носителей нанотрубки, составила 14,4–74,0% в зависимости от их структуры; графен – 22,0%; активные угли РАУ, полученные переработкой соломы рапса, рыжика, и Агросорб – 16,1%, 55,8 и 49,2% соответственно; производные минералов – 5,7–14,8% в зависимости от их состава; водорастворимые полимеры – 8,0–12,0% в зависимости от их природы.

Таким образом, нанопористые сорбционноемкие материалы могут быть эффективно использованы в качестве вектора переноса препаратов с элиситорной активностью и других средств защиты растений для ускорения процесса прорастания семян, улучшения роста и развития растений. Применение защитно-стимулирующих составов со сниженными и резко сниженными нормами расхода различных химических средств защиты растений в составе (нано)чипов делает эту разработку экологически целесообразной и социально значимой в связи с реализацией концепции экологизации сельскохозяйственного производства и защиты биосферы от экоцида.

*Часть исследований проведена в рамках задания на выполнение НИР «Разработать экологически безопасную (нано)технология предпосевной обработки семян масличных капустных культур с использованием (нано)чипов на основе биопестицидов»; «Создать новые сорта масличных капустных культур, сочетающие высокую продуктивность с устойчивостью к основным патогенам, вредителям, абиотическим стрессорам, технологичные в производстве» и в рамках задания №16.711.2014/К на выполнение НИР в рамках проектной части государственного задания образовательным организациям высшего образования и научным организациям, подведомственным Министерству образования и науки Российской Федерации.*

## Литература

1. Алешина Н.Е. Предпосевная обработка семян масличных культур (использование фунгицидов, биостимуляторов, элиситоров и др.) / Н.Е. Алешина // ЛОУНБ. Отдел технико-экономической и с.-х. лит. / под ред. В.М. Черепко. Липецк, 2014. 44 с.
2. Жемчужин С.Г. Биопестициды: открытие, изучение и перспективы применения / С.Г. Жемчужин // Агрохимия. 2014. № 3. С. 90–96.
3. Патент USA, 2012, №12459518. Biologically active multifunctional nanochips and method application thereof for production of high-quality seed. Ruban, N. Voropaeva et. al.
4. Карпачев В.В. Рапс яровой / В.В. Карпачев. Липецк, 2008. 236 с.

**С.Р. Гарипова<sup>1</sup>, А.А. Захарова<sup>2</sup>, А.Т. Зайнетдинова<sup>1</sup>, Э.Р. Юзкаева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Башкирский государственный университет, г. Уфа;

<sup>2</sup>МБОУ ДОД «ДЭБЦ Белая река», г. Уфа

## **ПРОЕКТ БОТАНИЧЕСКОГО САДА В РЕКУЛЬТИВИРУЕМОМ КАРЬЕРЕ ШАХТАУ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН**

Карьер Шахтау – это бывший позднепалеозойский риф, который вместе с другими горами-останцами Тратау, Юрактау, Куштау входит в комплекс Стерлитамакские шиханы. С 1946 г. Шахтау разрабатывается как месторождение известняков. По информации руководства ЗАО «Сырьевая компания» к 2018 г. ресурсы месторождения исчерпаются, и встанет вопрос о рекультивации карьера. Сейчас активно ведется поиск новых ис-

точников сырья и вариантов дальнейшего экономического развития территории. Стерлитамакские шиханы представляют собой объект геологического наследия, включенный в Международную стратиграфическую шкалу [6], а Тратау и Юрактау – памятники природы регионального значения с 1965 и 1985 гг. [3]. Достопримечательностью Шахтау является коллекция окаменелостей, собранных геологом ЗАО «Сырьевая компания» И.А. Скуиным за 40-летний период горной разработки месторождения. Для использования уникального природно-ландшафтного и научно-культурного потенциала Стерлитамакских шиханов было предложено организовать на этой территории природный парк (геопарк), ядром которого будет являться рекультивируемый карьер Шахтау. В карьере предлагается создать музейное пространство – Палеонтологический парк (<http://www.quarrylifeaward.com/project/creation-paleontological-park-territory-shakh-tau-quarry-sozdanie-paleontologicheskogo-parka>), составной частью которого будет Ботанический сад.

Основное назначение проектируемого Ботанического сада Шахтау состоит в восстановлении растительности, утерянной при разработке шихана. Согласно данным научной литературы [4], на Шахтау произрастало не менее 12 видов, занесенных в Красную книгу Республики Башкортостан, не встречающихся на других шиханах. Среди них: *Cypripedium calceolus* L. (венерин башмачок настоящий), *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Bess. (дремлик темно-красный), *Orchis ustulata* L. (ятрышник обожженный), *Astragalus karelinianus* M. Pop. (астрагал Карелина) и др. На шиханах были описаны два новых вида: *Oxytrypopis baschkirensis* Knjasev (остролодочник башкирский), популяция которого была полностью уничтожена на Шахтау, и узкоэндемичный вид *Clausia agydeilensis* Knjasev (клаусия агидельская). Полный список флоры стерлитамакских шиханов насчитывает более 400 видов высших сосудистых растений, относящихся к 60 родам, из них 17 «краснокнижных» видов [2]. На шиханах описаны уникальные эндемичные сообщества петрофитных степей [1, 7].

Главный принцип создания Ботанического сада Шахтау – использовать для озеленения виды, произрастающие на близлежащей территории. Интродукция редких видов будет осуществляться на популяционно-видовом и экосистемном уровне. Первый подход предполагает создание экспозиций отдельных видов редких растений. Дизайн и информационное наполнение этих площадок подчинены как палеонтологической тематике, так и экологическому воспитанию. В настоящий момент спроектированы: рокарии «Колесо аммонита», «Лабиринт кораллов», «Долина фораминифер», мини-водоем «Брахиподов ручей». Эта работа продолжается. Второй подход предусматривает формирование многовидовых сообществ методом агростепи в стиле «мавританского газона» и сохранение эталонных естественных экосистем памятников природы Тратау и Юрактау, к которым спланированы специальные тропы. Опытная площадка агростепи, на

которую была посеяна собранная на Тратау смесь семян растений, заложенная на территории карьера Шахтау при содействии руководства ЗАО «Сырьевая компания». Воссоздаваемые сообщества станут экспериментальной базой для наблюдения и поддержания восстановительной сукцессии степных экосистем. Прилегающая к карьеру территория сохранила участки ненарушенных лесных и степных естественных экосистем. Она не подвергалась горной разработке, так как не несет ценных сырьевых запасов для производства. Согласно данным [5], на Шахтау найдены в 2013 г. редкие виды, не встретившиеся на других шиханах: *Cephalanthera rubra* (L.) Rich (пыльцеголовник красный), *Allium obliquum* L. (лук косой), *Phlox sibirica* L. (флокс сибирский) и др. Эту информацию необходимо уточнить, а территорию естественных экосистем включить в зону Ботанического сада Шахтау.

Совместно со студентами архитектурного отделения УГНТУ было проведено функциональное зонирование карьера. Дно карьера представляет собой овал с диаметрами 800 и 1200 м. Самая высокая точка в восточной части карьера за пределом котлована отведена под Палеонтологический музей. На северной стороне, прилегающей к карьеру, будут расположены детский парк и спортивные площадки. Борта карьера предполагается обустроить под зону геотуризма. Основная часть карьера – это территория Ботанического сада. Поскольку в карьере запланирована разработка вглубь, западная часть карьера будет обводнена и окружена пляжной зоной. В центре Ботанического сада будет амфитеатр – событийная площадка для научных форумов, образовательных лекций, развлекательных программ. На периферию от амфитеатра спроектированы аллеи, посвященные определенным эпохам естественной истории. Между аллеями расположены тематические площадки, где с помощью озеленения и малых архитектурных форм рассказывается увлекательная история о строении и образе жизни обитателей древнего рифа. Разрабатывается образовательная и развлекательная программа приключенческого туризма, участвуя в которой, посетитель может решить квесты, закодированные с помощью штрих-кодов, собрать артефакты и, предъявив их в условленном месте, получить диплом Бывалого Палеонтолога. При проектировании Ботанического сада учитывались положения Зеленых стандартов, принципы энерго- и ресурсосбережения, минимального воздействия объектов экотуризма на окружающую среду.

### Литература

1. Мартыненко В.Б. Уникальные памятники природы или сырье для соды? / В.Б. Мартыненко // Степной бюллетень. 2011. № 33. С. 27–29.
2. Мулдашев А.А. К характеристике флоры и растительности шиханов Тратау и Юрак-тау / А.А. Мулдашев, В.Б. Мартыненко // Изв. УНЦ РАН. 2014. №2. С. 68–74.



3. Реестр особо охраняемых территорий Республики Башкортостан / кол. авторов; под ред. А.А. Мулдашева. Уфа: Изд. центр «Медиапринт», 2010.
4. Уникальные памятники природы – шиханы Тратау и Юрактау / кол. авторов; под ред. А.И. Меленьтева и В.Б. Мартыненко. Уфа: Гилем, Башк энцикл., 2014. 312 с.
5. Хисматуллин И.Р. Флористический анализ стерлитамакских шиханов и степень антропогенной нагрузки / И.Р. Хисматуллин // Вестник КрасГАУ. 2014б. № 1. С. 249–261.
6. Чувашов Б.И. Южный Урал – «Парк Пермского периода» / Б.И. Чувашов, В.В. Черных // Вестник Академии наук РБ. 2009. Т. 14. № 4. С. 77–79.
7. Эндемичные ассоциации петрофитных степей палеорифов Южного Урала / Ямалов С.М., Баянов А.В., Мартыненко В.Б., Мулдашев А.А., Широких П.В. // Растительность России. 2011. № 19. С. 117–126.

**И.Г. Ганеев<sup>1</sup>, З.У. Зиганшин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Филиал ФБУ ВНИИЛМ «Восточно-европейская ЛОС», г. Казань;

<sup>2</sup>ООО «Центр Спас», г. Альметьевск

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ПОЛЕВЫХ РАБОТ ПО ПРОРАЩИВАНИЮ СЕМЯН ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ НА НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВОГРУНТАХ**

В настоящее время все более сильно проявляется негативное влияние промышленной и хозяйственной деятельности человека на природную среду. Наблюдается ухудшение плодородия почв, химическое, биологическое или радиоактивное загрязнение почв, вплоть до их полной деградации. Представляемые экспериментально-полевые работы являются частью НИОКР по разработке инновационных технологий по рекультивации техногенно деградированных и нефтезагрязненных земель и легли в основу технологии применения гуминовых препаратов при производстве рекультивационных работ.

В 2012 и 2013 годах заложены эксперименты по наблюдению за посевами семян сосны обыкновенной и акации жёлтой в 25 ячеистых рассадных кассетах (РК) с величиной ячеек 77×77×90 мм.

В 2012 году для каждой породы проведена закладка двух серий опытных вариантов и одного контроля ( $K_0$ ). Серия 1 – в качестве субстрата использовался почвогрунт с содержанием нефтепродуктов 2–10 г/кг (слабозагрязненный), среднее содержание – 6 г/кг. Серия 2 – в качестве субстрата использовался почвогрунт с содержанием нефтепродуктов 10–50 г/кг (среднезагрязненный), среднее содержание – 30 г/кг. Контроль ( $K_0$ ) – в качестве субстрата использовался незагрязненный почвогрунт. Каждая серия опытных вариантов состоит из двух подсерий и одного контроля ( $K_1$  – для серии 1 и  $K_2$  – для серии 2). Подсерия 1 – в качестве реагента использовался гуминовый препарат «Гумакс». Подсерия 2 – в качестве реагента ис-

пользовался микробиологический препарат «Байкал ЭМ-1». В контрольных вариантах реагенты не использовались.

В 2013 году для каждой породы заложено по одной серии опытных вариантов и одного контроля ( $K_0$ ). Серия – в качестве субстрата использовался слабозагрязненный почвогрунт. В контроле ( $K_0$ ) – в качестве субстрата используется незагрязненный почвогрунт. В опытных вариантах в качестве реагента используется гуминовый препарат «Гумакс». В контрольных вариантах реагент не использовался.

По результатам экспериментальных работ 2012 и 2013 гг. выявлено преимущество гуминовых препаратов над микробиологическими препаратами. Наиболее эффективным является вариант сочетания обработки почвы с предпосевной обработкой семян гуминовыми препаратами. Для дополнительной обработки почвы используется 8% (по ДВ) рабочий раствор препарата с дозой расхода, рассчитанной по формуле, разработанной авторами и являющейся «ноу-хау» разработчиков, для предпосевной обработки семян – 0,1% (по ДВ) раствор с экспозицией замачивания семян 18-24 часа [1].

Результаты наблюдений за сохранностью сеянцев в 2014 году (посев 2013 года) подтвердили результаты, полученные в 2012–2013 годах и эффективность применения гуминовых препаратов для повышения приживаемости посадочного материала в целом и предпосевной обработки семян 0,1% раствором препарата в сочетании с внесением препарата в почву, в частности [2, 3].

Влияние гуминовых препаратов на рост сеянцев на второй год после высева показан на рис. 1 и 2. Хотя разница между различными вариантами не всегда статистически достоверна (разница недостоверна между вариантами  $K_0$ ,  $B_3$  – первая пара и  $K_1$ ,  $B_2$  – вторая пара у сосны; вариантами:  $K_1$ ,  $B_2$  и  $B_3$  у акации), приведенные диаграммы указывают на наличие положительного влияния предпосевной обработки семян гуминовыми препаратами в сочетании с внесением рабочего раствора препарата в почву. Особенно это заметно на примере годового прироста сеянцев сосны обыкновенной.

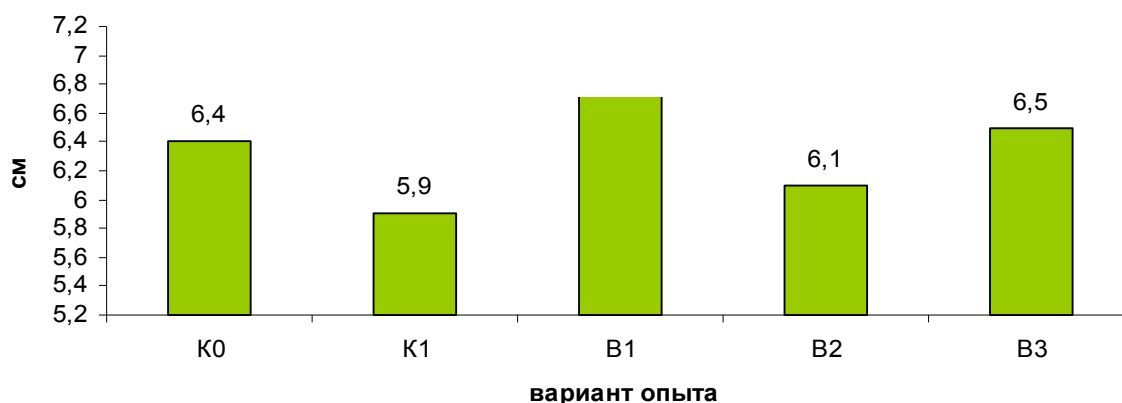


Рис. 1. Средний прирост сеянцев сосны по высоте на различных вариантах в 2014 году

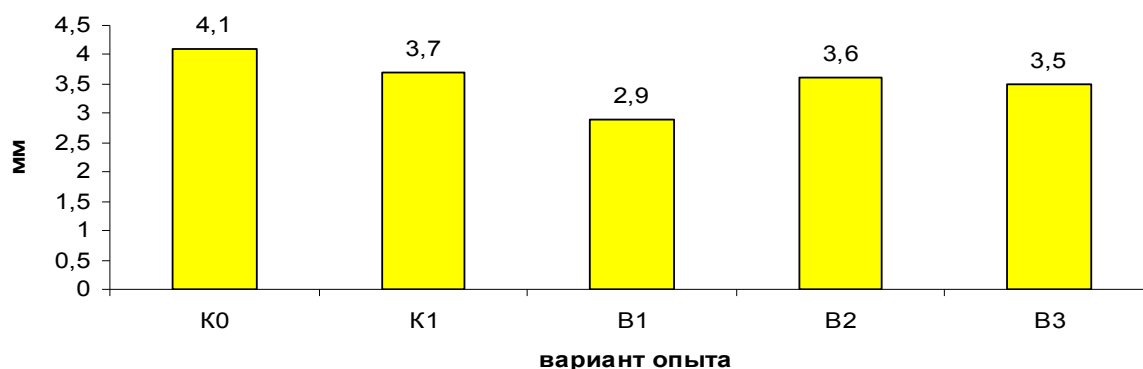


Рис. 2. Средний диаметр прикорневой шейки сеянцев акации жёлтой на различных вариантах в 2014 году

Поскольку в производственных условиях внесение 8% рабочего раствора гуминового препарата происходит на биохимическом этапе рекультивационных мероприятий, то на этапе биологической рекультивации при выполнении посевных работ рекомендуется применять лишь предпосевную обработку семян в соответствии с предложенной технологией. Такая обработка позволит увеличить всхожесть семян и приживаемость всходов и сеянцев как хвойных, так и лиственных пород и не приведет к стимуляции роста сорных растений.

### Литература

1. Ганеев И.Г. О возможности применения гуминовых препаратов в лесовосстановлении на землях, вышедших из-под нефтегазодобычи / И.Г. Ганеев // Современное видение наследия лесничих Теплоуховых: мат. Межд. науч.-практ. конф., посв. 200-летию со дня рожд. А.Е. Теплоухова. Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2011. С. 63-68.
2. Применение органо-химических препаратов на биологическом этапе рекультивации нефтезагрязненных земель / Ганеев И.Г., Сухова С.В., Кулагин А.А., Малафеев В.П. // Инновационные подходы к обеспечению устойчивого развития социо-эколого-экономических систем: мат. Междунар. конф. Тольятти: Кассандра, 2014. С. 65–69.
3. Сухова С.В. К опыту выращивания посадочного материала на городских деградированных почвогрунтах / С.В. Сухова, Д.В. Сазонова, И.Г. Ганеев // Экологические проблемы промышленных городов: сб. науч. тр. Саратов, 2013. Ч. 2. С. 164-166.

**Д.С. Гольнев, А.С. Жутов, С.М. Рогачева**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

### **ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ВОДОЕМОВ**

Одной из экологических проблем водоемов Волго-Каспийского бассейна является повышение минерализации воды и концентрации в них тяжелых металлов. Эффективным методом восстановления качества таких

объектов является фиторемедиация, которая использует способность высших водных растений (ВВР) к накоплению, утилизации и трансформации веществ различной химической природы. В процессе фиторемедиации токсичные вещества поглощаются растениями, инактивируются, после чего вместе с биомассой удаляются из водоемов.

Цель данной работы – изучение возможности применения отдельных видов гидрофитов для фиторемедиации засоленных и загрязненных тяжелыми металлами водоемов.

В качестве растения-фитомелиоранта были выбраны элодея канадская *Elodea canadensis* и роголистник погруженный *Ceratophyllum demersum*. Данные виды макрофитов являются погруженными факультативно укореняющимися гидрофитами, широко распространенными на всей территории России, в том числе в р. Волге.

Роголистник и элодея используются для извлечения тяжелых металлов, радионуклидов, органических соединений. Кроме улучшения химических характеристик воды, эти погруженные ВВР способны повышать прозрачность воды, а также накапливать значительные количества инсектицидов, фенолов, тяжелых металлов, усваивая их в процессе метаболизма или адсорбируя на подводной части растений [1, 2].

На первом этапе исследований был определен температурный диапазон толерантности роголистника – 13-31°C, элодеи – 12-32°C, что позволяет использовать данные ВВР в водоемах с повышенной температурой, к которым относятся водоемы-охладители атомных и тепловых электростанций. Поскольку данные макрофиты при культивировании не укореняются, их сбор в конце вегетационного периода не будет представлять сложности.

В лабораторных условиях культивирование вышеуказанных растений проведено на 5%-й питательной среде Хогланда-Арнона с добавлением органических веществ при естественном освещении и температуре воды около 20°C.

В ходе исследований было установлено, что выбранные растения толерантны к хлоридам натрия и калия, сульфату натрия в концентрациях до 0,5–1 г/л. Определено, что поглощение солей становится более интенсивным с увеличением температуры и длины светового дня. При понижении температуры воды до 14°C наблюдается выброс элодеей и роголистником поглощенных солей.

Далее исследовалась возможность применения макрофита *Elodea canadensis* для фиторемедиации засоленных водоемов, загрязненных тяжелыми металлами ( $Pb^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ). Эксперименты проводились на модельных растворах слабой (1,5 г/л) и малой (3 г/л) минерализации при температуре 24°C. Исходные концентрации тяжелых металлов в растворе соответствовали значениям 1,0; 2,5 и 5,0 ПДК.

Определение содержания тяжелых металлов в тканях растений и в водных пробах проводилось на рентгенофлуоресцентном спектрометре «СПЕКТРОСКАН МАКС-G».

В ходе экспериментов было установлено, что увеличение минерализации воды привело к интенсификации процессов поглощения ТМ элодей канадской. В условиях слабой и малой степени засоления культивирование *E. canadensis* вызвало снижение концентрации ионов  $Pb^{2+}$  в растворе на 36% и 53% соответственно при начальной концентрации свинца 1 ПДК. Аналогичные показатели в экспериментах с ионами  $Cu^{2+}$  составили 38% и 46% соответственно;  $Cd^{2+}$  – 21% и 29% соответственно.

Дальнейшее повышение концентрации ионов  $Pb^{2+}$  и  $Cd^{2+}$  интенсифицировало процессы экстракции ТМ элодеей в условиях слабой и малой степени засоления. Максимум накопления ионов меди гидрофитом отмечался при первоначальной концентрации катиона 2,5 ПДК.

Также было изучено влияние различных концентраций тяжелых металлов на способность элодеи канадской к деминерализации. В ходе данных экспериментов полученные результаты сравнивались с контрольными показателями, полученными при культивировании макрофита в слабо- и маломинерализованных растворах, не содержащих ТМ.

Было показано, что присутствие ионов тяжелых металлов в модельных растворах снижает способность макрофита к обессоливанию. Например, при начальной концентрации свинца 1 ПДК в условиях слабого засоления снижение солесодержания составляло 79% от контроля, для образцов, содержащих ионы  $Cu^{2+}$  и  $Cd^{2+}$  – 69% и 70% от контроля соответственно.

Дальнейший рост концентрации ионов ТМ в растворах ингибировал процессы фитоэкстракции солей. При этом наиболее чувствительным для *E. canadensis* оказалось увеличение концентрации  $Cu^{2+}$ . Так, при достижении уровня загрязнения медью 2,5 ПДК и 5 ПДК наблюдалось снижение величины солепоглощения на 44 и 82% по сравнению с контролем.

Таким образом, в ходе экспериментов было показано, что токсичность исследуемых тяжелых металлов уменьшается в условиях слабой и малой степени засоления, что ведет к интенсификации процессов поглощения ионов  $Pb^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$  макрофитом. Однако присутствие ТМ в воде снижает способность *E. canadensis* к обессоливанию. Все это позволяет использовать элодею в качестве растения-фитомелиоранта при ремедиации засоленных водоемов, загрязненных тяжелыми металлами.

### Литература

1. Грибулин Р.В. Фиторемедиация почв и сточных вод, загрязненных тяжелыми металлами / Р.В. Грибулин, Р.А. Грибулина, Б.И. Кочуров // Экологические системы и приборы. 2004. № 2. С. 24-33.
2. Высшие водные растения для очищения сточных вод / Тарушкина Ю.А., Ольшанская Л.Н., Мечева О.Е., Лазуткина А.С. // Экология и промышленность России. 2006. № 5. С. 36-39.

**О.В. Захарова<sup>1</sup>, А.А. Гусев<sup>1,2</sup>, С.И. Сенатова<sup>2</sup>, К.О. Чупрунов<sup>2</sup>,  
Д.В. Кузнецов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина;

<sup>2</sup>Национальный исследовательский технологический университет  
«МИСиС», г. Москва

## **БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К УТИЛИЗАЦИИ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ**

В развитых индустриальных странах мира уровень использования промышленных отходов достигает 70-80%, тогда как в странах СНГ он не превышает 12-15% [1].

В черной и цветной металлургии образуется огромное количество пылей и шламов, которые накапливаются в шламонакопителях и отвалах. Эти отходы содержат в своем составе соединения железа, магния, кальция, цинка, свинца и других элементов. Известно, что отходы промышленности могут применяться в сельском хозяйстве в качестве мелиоранта для закисленных и солонцеватых почв, а также как источник микроудобрений [2].

Новизна предлагаемого в работе подхода заключается в попытке одновременно решить сразу две задачи – экологически безопасной биоутилизации металлосодержащих шламов и создания на их основе эффективных и дешёвых сельскохозяйственных удобрений.

Целью исследования было изучение влияния высокодисперсного металлургического отхода (шлама) на разные стадии онтогенеза рапса ярового (*Brassica napus* L., 1753).

Металлургический шлам образуется в результате мокрой очистки аглодоменных газов. Проведенный элементный анализ показал, что выбранный для исследования шлам характеризуется высоким содержанием железа – 85,6% масс., также обнаружены цинк – 8,3%, кальций – 2,4%, алюминий – 0,52%, медь – 0,5%, никель – 0,38% и ряд других элементов в незначительных количествах. Анализ распределения частиц по размерам показал, что частицы металлургического шлама лежат в широком диапазоне от 0,1 до 100 мкм.

Для исследования влияния шлама на разные стадии онтогенеза рапса ярового эксперименты проводились в лабораторных, тепличных и полевых условиях. В лаборатории и теплице использовались концентрации шлама 0,0001...10%. Для проведения полевых исследований с учетом рекомендованных норм внесения микроэлементов [3] были выбраны следующие дозы: 0,5 т/га, 2 т/га и 4 т/га.

В ходе лабораторных экспериментов определялись энергия прорастания и всхожесть семян [4], а также масса растений. В тепличных и полевых условиях анализировались морфометрические показатели, показатели развития органов генеративной сферы рапса ярового. Кроме того, проводились биохимические исследования, включающие анализ активности

ферментов антиоксидантной системы и пигментов методом спектрофотометрии. Анализ накопления тяжелых металлов в тканях растений проводился методом атомно-абсорбционной спектрометрии.

*Результаты.* В условиях лабораторного эксперимента внесение шлама в культивационную среду вызывает снижение энергии прорастания и всхожести семян рапса, за исключением концентрации 0,1%, при которой наблюдается небольшая стимуляция исследуемых показателей. В то же время металлургический шлам оказывает существенное стимулирующее действие (до 90% при концентрации 1%) на длину проростков. Достоверных отличий в биомассе контрольных и экспериментальных растений не наблюдалось. В условиях теплицы под действием шлама снижаются исследованные показатели вегетации, за исключением концентрации 1% – где наблюдается увеличение массы корней и стеблей. Дружность всходов также снижается. Однако при этом возрастает всхожесть семян, самый высокий показатель зафиксирован при содержании 0,01% шлама в субстрате. Выявлено снижение количества плодов (стручков) во всех группах, при концентрации 1% процесс цветения так и не начался. В то же время при концентрации 0,001 и 0,1% масса семян заметно увеличена. Отмечается некоторое снижение активности полифенолоксидазы при низких концентрациях шлама (0,001 и 0,01%), при более высоких концентрациях активность фермента в целом увеличивается и превышает значения контрольной группы. Также наблюдается снижение активности каталазы и пероксидазы. Анализ содержания пигментов в растениях рапса показал, что наибольший рост концентрации хлорофиллов а, b и каротиноидов в рапсе против контрольных растений отмечается при содержании в субстрате 0,1 и 1% шлама. При максимальной концентрации шлама синтез пигментов ингибируется и параллельно с этим уменьшается отношение  $C_{a+b}/C_k$ . Результаты, полученные в ходе полевых исследований, свидетельствуют о том, что низкая (0,5 т/га) и средняя (2 т/га) дозы стимулируют рост растений и формирование урожая, высокая (4 т/га) – ингибирует. Биохимические исследования показали, что у рапса, интенсивно развивающегося при добавлении шлама, активность антиоксидантных ферментов выше в опытном варианте, нежели в контрольном. Сопряженность ферментативной активности в корнях с ростовой активностью проростков доказывает ключевую роль этих ферментов в формировании защитных механизмов при воздействии на растения дополнительных внешних факторов, которые могут стимулировать интенсивность окислительных процессов в клетке. Анализ растений на содержание тяжелых металлов не показал превышения норм ПДК.

Таким образом, перспективными представляются дальнейшие исследования возможности использования металлургического шлама при выращивании рапса в качестве почвенного стимулятора роста.

*Проект выполняется при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.*

## Литература

1. Панов Б.С. Техногенные месторождения минерального и нетрадиционного сырья Украины и Донбасса [электронный ресурс] / Б.С. Панов. Режим доступа: <http://infoferat.org/r388c-17.html>.
2. Хризман И.А. Химизация сельского хозяйства Башкирии / И.А. Хризман. Вып. 4-5. 1962.
3. ГОСТ Р17.4.3.07-2001. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений.
4. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.

**М.Ю. Захарченко, И.Н. Мельников, Д.В. Кайргалиев, С.Я. Пичхидзе**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

### **ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХЛОРИРОВАННЫХ КСЕНОБИОТИКОВ**

Всё более актуальной проблемой экологии становится установление степени токсичности и опасности ксенобиотиков, освобождающихся при пожарах. Одним из классов таких соединений являются хлорированные диоксины. В большую группу диоксинов и диоксиноподобных соединений входят как сами трициклические ароматические соединения: полихлорированные дибензо-п-диоксины (ПХДД) и дибензофураны (ПХДФ), так и полихлорированные бифенилы (ПХБ), поливинилхлорид (ПВХ) и ряд других веществ, содержащих в молекуле атомы хлора [1, 2]. Наиболее часто извлечение хлорированных ДД из различных объектов проводят комбинированными экстрагентами. Извлечение 2,3,7,8-тетрахлор-ДД из золы производят в аппарате Сокслета смесью (68:32) бензола с этанолом [3]. Для извлечения ПХДД на уровне 68% из почвы используют толуол [4]. Для извлечения ПХДД и ПХДФ из золы мусоросжигательных установок, содержащих полихлорфенолы, твердые образцы обрабатывали соляной кислотой, отфильтровывали, осадок высушивали и экстрагировали смесью толуола и этоксиэтанола в аппарате Сокслета 8 ч. Степень извлечения ДД составляла 70-80%.

*Целью данной работы* являлась разработка состава нового экстрагента для эффективного извлечения хлорированных диоксинов из почвы для их дальнейшего исследования инструментальными методами.

Для увеличения степени извлечения и уменьшения времени экстракции хлорированных диоксинов нами разработан экстрагент [5], состоящий из смеси 1,2-дихлорбензола, диоксана и метанола при следующем соотношении ингредиентов, (об. %): 1,2-дихлорбензол 56-64; диоксан 28-32; метанол – остальное. Для подтверждения возможности эффективной экс-



тракции хлорированных ДД и сокращения продолжительности процесса в 20 г почвы вносили по 0,5 мл растворов хлорированных ДД (1-хлор-ДД, 2,3-дихлор-ДД, 2,3,7-трихлор-ДД, 2,3,7,8-тетрахлор-ДД) в гексане с концентрацией  $1 \cdot 10^{-2}$  мг/мл. Извлечение хлорированных ДД из почвы проводили на УЗ-ванне в течение 30 мин. Экстракт отфильтровывали, упаривали до 1 мл и хроматографировали методом обращенно-фазовой жидкостной хроматографии на колонке Zorbax ODS (250×4,6 мм) при температуре 20°C в потоке элюента метанола. Расход элюента 1 мл/мин. Детектирование проводили при длине волны 210 нм (таблица).

Результаты экстракции ПАУ из почвы

Соединение	Степень извлечения, %		
	1,2-дихлорбензол – 56; диоксан – 28; метанол – ост.	1,2-дихлорбензол – 64; диоксан – 32; метанол – ост.	1,2-дихлорбензол – 50; диоксан – 20; метанол – ост.
1-хлор-ДД	93	97	61
2,3-дихлор-ДД	91	95	59
2,3,7-трихлор-ДД	89	93	58
2,3,7,8-тетра-хлор-ДД	88	92	56

Результаты таблицы свидетельствуют о высокой эффективности экстрагента. Полнота извлечения хлорированных ДД из образцов почвы составляет около 90%. Увеличение содержания 1,2-дихлорбензола и диоксана в экстрагенте способствует росту степени экстракции исследуемых соединений.

*Выводы:* использование многокомпонентного экстрагента на основе 1,2-дихлорбензола (56–64 об. %), диоксана (28–32 об. %) и метанола (остальное) существенно сокращает время экстракции и повышает ее эффективность.

## Литература

1. Федоров, Л.А. Диоксины как экологическая опасность: ретроспектива и перспективы / Л.А. Федоров М.: Наука, 1993. 45 с.
2. Бабенко, О.В. Диоксины – Проблема 21 века / О.В. Бабенко // Медицинская помощь. 2000. № 5. С. 32–35.
3. Рахманов Т.В., Самсонов Д.П., Первунина Р.И., Кирюхин В.П. // Журнал аналитической химии, 1991. Т. 46, № 6. С. 1163.
4. Christmann W., Rorard W., Schinz V., Bode P. // Chemosphere, 1980. Т. 15. С. 2077.
5. Пат. РФ №2019828 от 13.07.1992. Состав экстрагента для извлечения 2,3,7,8-тетрахлордибензо-п-диоксина из проб почвы / Миллер С.В., Малютин Г.М., Мельников И.Н., Захарова Л.И.

**МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ АКТИВНОГО ИЛА  
АЭРОТЕНКОВ ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
ПРИ ЕГО ОБРАБОТКЕ СУЛЬФАТОМ МАРГАНЦА**

В настоящее время биологический метод очистки активным илом в условиях аэротенка является наиболее универсальным, широко применимым при обработке сточных вод [1]. Нередко наблюдаются нарушения этого процесса, приводящие к развитию так называемого процесса вспухания активного ила, представляющего увеличение объема активного ила при той же его массе за счет разрастания в нем нитчатых организмов – хламидобактерий, цианобактерий, гифомицетов [2].

Вспухание представляет собой сложный процесс, который приводит к снижению эффективности биологической очистки сточных вод в аэротенках, а также механической – в процессе разделения смеси во вторичных отстойниках. В результате нарушения важнейших физических свойств ила происходит флотация и вместо осаждения – вынос ила из вторичных отстойников. Как следствие, сокращается необходимый прирост биомассы ила. Это, в свою очередь, также приводит к снижению эффективности биохимического окисления загрязняющих веществ и дополнительному ухудшению качества биологической очистки сточных вод. Борьба с возникшим вспуханием активного ила чрезвычайно затруднительна, поскольку не существует удовлетворительных конструкций отстойников, позволяющих отделить вспухший ил от очищенной воды.

Эффективным методом управления хлопьеобразующей способностью микроорганизмов активного ила является применение филаментацидов, которые оказывают в первую очередь стрессовое воздействие на нитчатые клетки микроорганизмов. Положительный эффект такого процесса определяется правильным выбором веществ с учетом их токсичности и исходного состояния культуры обрабатываемого ила [3].

Цель работы – изучение микробиологического состава активного ила аэротенков городских очистных сооружений при его обработке сульфатом марганца.

На очистных сооружениях канализации г. Гродно из резервуара возвратного ила были отобраны пробы активного ила. В данные пробы был добавлен сульфат марганца в концентрациях 1, 5, 10 и 50 г/дм<sup>3</sup>. Пробы инкубировали в колбах Эрленмейера на шейкере при 130 об/мин и температуре 30°C в течение 5 сут. Для проведения физико-химических исследований качества активного ила применяли стандартные методы определения дозы ила и илового индекса [4]. Для изучения влияния концентрации сульфата марганца на качество активного ила готовили временные препа-

раты методом раздавленной капли, а также определяли численность аммонифицирующих микроорганизмов путем глубинного посева на МПА.

Активный ил городских очистных сооружений, взятый для проведения эксперимента, имел неудовлетворительные показатели. Доза ила была высокой  $4,4 \text{ г/дм}^3$  и превышала норму концентрации активного ила в 1,5 раза. Значения илового индекса проб возвратного ила аэротенков составляло  $216 \text{ см}^3/\text{г}$ , что также значительно превышало показатели, принятые за норму ( $150 \text{ см}^3/\text{г}$ ), что говорит о вспухании ила.

При добавлении сернокислого марганца с увеличением его концентрации увеличивалась и концентрация активного ила (от  $5,2$  до  $6,3 \text{ г/дм}^3$ ). Таким образом, можно сказать, что данное вещество в низких концентрациях является стимулятором прироста активного ила.

С увеличением концентрации сернокислого марганца уменьшился иловый индекс. В пробе с его концентрацией  $50 \text{ г/дм}^3$  иловый индекс снизился до  $150 \text{ см}^3/\text{г}$ , что является верхней границей диапазона допустимых значений и говорит о положительном влиянии сернокислого марганца на подавление нитчатого вспухания.

В ходе проведенных микробиологических исследований было выявлено, что численность одноклеточных аммонифицирующих бактерий активного ила в день отбора проб составляла  $(32,7 \pm 1,3) \cdot 10^4 \text{ КОЕ/см}^3$ . Добавление сернокислого марганца оказало незначительное влияние на их численность. На начальных этапах сукцессии наблюдалось незначительное ингибирование развития данной группы организмов при внесении  $5\text{--}50 \text{ г/дм}^3$  сульфата марганца с последующим увеличением ее количества к 3 сут. вследствие адаптации бактерий к присутствию данного металла. К 5 сут. как в контрольной, так и в опытных пробах количество одноклеточных бактерий снизилось, что обусловлено исчерпанием питательных субстратов.

Численность нитчатых микроорганизмов в необработанном сульфатом марганца активном иле была высокой, однако уже через 1 сут. аэрации численность этой группы микроорганизмов резко снизилась (в 1,9 раз). После обработки активного ила сернокислым марганцем с течением времени количество нитчатых микроорганизмов также уменьшилось. Наименьшая численность нитчатых бактерий выявлена через 3 сут. при концентрации сульфата марганца  $10 \text{ г/дм}^3$ , а через 5 сут. – при концентрации  $5 \text{ г/дм}^3$ .

В контрольной пробе активного ила наиболее встречаемыми были микроорганизмы длиной от 20 до 200 мкм, однако наблюдались и достигающие 400 мкм в длину. При добавлении сернокислого марганца с течением времени доля нитчатых микроорганизмов крупных размеров постепенно уменьшилась. Наименьших размеров нитчатые организмы достигли через 5 сут., максимальный их размер был не выше 200 мкм.

Таким образом, обработка активного ила сернокислым марганцем в концентрации 5-10 г/дм<sup>3</sup> дает положительный эффект ингибирования развития нитчатых микроорганизмов при отсутствии снижения общей численности микроорганизмов. Для городских очистных сооружений с регулярной подачей новых порций неочищенных сточных вод в борьбе с нитчатым вспуханием следует рекомендовать дозу сернокислого марганца 10 г/дм<sup>3</sup>.

### Литература

1. Биохимическая очистка промышленных сточных вод / С.В. Баглай [и др.] // Экология и промышленность России. 2002. № 3. С. 9–11.
2. Никитина О.Г. Биоэстимация: контроль и регулирование процессов биологической очистки и самоочищения воды: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08; 03.02.10 / О.Г. Никитина. МГУ им. М.В. Ломоносова. М., 2012. 44 с.
3. Клименко Н.А. Биосорбция и биорегенерация активного угля в технологии глубокой очистки сточных вод / Н.А. Клименко, А.М. Когановский // Химия и технология воды. 1997. Т. 19, № 2. С. 165–181.
4. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. М.: АКВАРОС, 2003. 512 с.

**Е.В. Коваль, С.Ю. Огородникова<sup>1</sup>**

Вятский государственный гуманитарный университет, г. Киров;  
<sup>1</sup>Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН,  
г. Сыктывкар

### **ОЦЕНКА ПРОТЕКТОРНЫХ СВОЙСТВ БИОПЛЁНОК ЦИАНОБАКТЕРИЙ НА РАСТЕНИЯ ЯЧМЕНЯ ПРИ ДЕЙСТВИИ МЕТИЛФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ**

Метилфосфоновая кислота (МФК) – фосфорорганический ксенобиотик, ее производные составляют основу фосфорсодержащих отравляющих веществ и используются в качестве гербицидов. За счет наличия химически стабильной связи С–Р, МФК устойчива в окружающей среде [1]. Известно, что даже в малых концентрациях МФК оказывает влияние на растения и почвенную микрофлору [2].

Цианобактерии (ЦБ) представляют большой интерес из-за способности адаптации к неблагоприятным условиям благодаря разнообразным физиологическим возможностям [3]. Известно, что природные биопленки более устойчивы к стрессовым факторам, чем альгологически чистые культуры [4], и способны оказывать протекторное действие на растения. Биопленки ЦБ *Nostoc commune* устойчивы к действию поллютантов [4], поэтому данный вид ЦБ был выбран нами для исследования.

Целью работы было оценить протекторные свойства биопленок ЦБ *N. commune* на растения ячменя в присутствии МФК.

Объектами исследования были растения ячменя сорта Новичок. Семена проращивали на дистиллированной воде в присутствии ЦБ и без них. Далее семена пересаживали в контейнеры с песком, увлажненным до 60% от полной влагоёмкости растворами МФК (0,01 и 0,05 моль/л), контроль – питательный раствор Кнопа. В фазу двух листьев оценивали биохимические показатели растений: активность перекисного окисления липидов (ПОЛ) и содержание каротиноидов.

Интенсивность ПОЛ анализировали фотометрически по накоплению продукта ПОЛ – малонового диальдегида (МДА) [5]. Содержание каротиноидов определяли в ацетоновой вытяжке фотометрически [6].

Установлено, что МФК (0,05 моль/л) вызывала значительную активацию процессов ПОЛ в корнях (рис. 1). Предварительная обработка семян ЦБ приводила к уменьшению интенсивности процессов ПОЛ в корнях. Протекторное действие ЦБ в большей мере проявилось в опыте с МФК (0,05 моль/л), отмечали значительное снижение интенсивности окислительных процессов, которое оценивали по накоплению МДА.

Отмечено, что МФК индуцирует активацию процессов ПОЛ в листьях ячменя (рис. 2), причем одинаковое действие на интенсивность ПОЛ в листьях оказывала МФК разной концентрации (0,01 и 0,05 моль/л). Предварительная обработка семян ЦБ приводила к снижению накопления МДА в листьях в варианте с действием МФК (0,01 моль/л), но не вызывала изменения активности ПОЛ в опыте с действием большей концентрации МФК (0,05 моль/л).

Отмечали накопление каротиноидов в листьях ячменя, семена которого были обработаны ЦБ (рис. 2). В опыте с действием МФК (0,05 моль/л) содержание желтых пигментов в листьях было достоверно ниже, чем в контроле. Обработка семян ЦБ способствовала накоплению большего числа каротиноидов в листьях в условиях загрязнения МФК (0,05 моль/л), чем в опыте без обработки ЦБ.

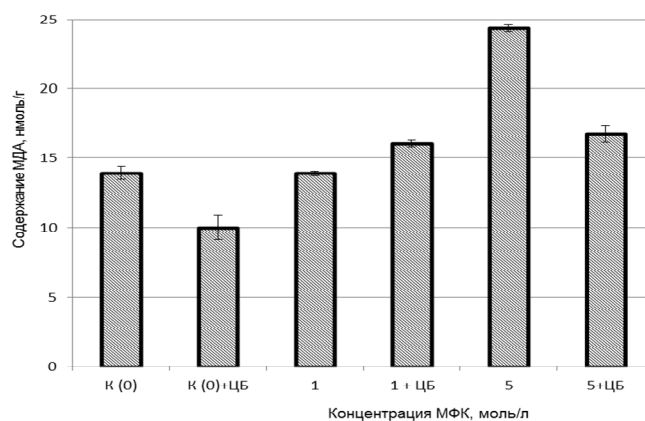


Рис. 1. Влияние МФК и ЦБ на интенсивность процессов ПОЛ в корнях ячменя

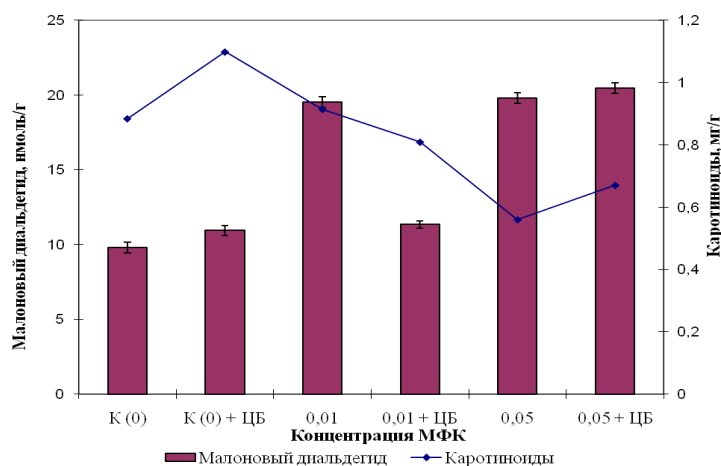


Рис. 2. Влияние МФК и ЦБ на активность ПОЛ и накопление каротиноидов в листьях ячменя

что проявилось в снижении интенсивности ПОЛ в корнях. В листьях ячменя, выращенного в присутствии МФК (0,05 моль/л), цианобактериальная обработка способствовала незначительному накоплению низкомолекулярных антиоксидантов — каротиноидов по сравнению растениями, семена которых не обрабатывали ЦБ. В опытах с действием МФК (0,01 моль/л) предварительная инокуляция семян ЦБ приводила к снижению интенсивности процессов ПОЛ в листьях по сравнению с необработанными растениями.

Таким образом, биопленки *N. commune* способны оказывать протекторное действие на растения в присутствии МФК, способствуя снижению интенсивности окислительных процессов в клетках и накоплению веществ с антиоксидантными свойствами.

## Литература

1. Исследование продуктов превращений фосфорорганических отравляющих веществ методом газовой хроматографии — масс-спектрометрии / Е.И. Савельева, И.Г. Зенкевич, Т.А. Кузнецова, А.С. Радилов, Г.В. Пшеничная // Российский химический журнал. 2002. Т. XLVI, №6. С. 82-91.
2. Метилфосфоновая кислота как регулятор биологических процессов в экологических системах: действие на микроорганизмы, ферментативную активность и высшие растения / Т.Я. Ашихмина, Л.В. Кондакова, Л.И. Домрачева, С.Ю. Огородникова // Теоретическая и прикладная экология. 2007. №2. С. 78–87.
3. Домрачева Л.И. Цветение почвы и закономерности его развития / Л.И. Домрачева. Сыктывкар, 2005. 336 с.
4. Биопленки *Nostoc commune* — особая микробная сфера / Л.И. Домрачева, Л.В. Кондакова, О.А. Пегушина, А.И. Фокина // Теоретическая и прикладная экология. 2007. №1. С. 15-20.
5. Лукаткин А.С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс / А.С. Лукаткин. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2002. 208 с.
6. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зелёных листьев / А.А. Шлык // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154-171.

**В.В. Коробов, А.И. Сагитова, А.Г. Гаврильченко,  
С.Н. Стариков, Р.Ф. Гафаров**

Уфимский Институт биологии Российской академии наук

## **БАКТЕРИИ-ДЕСТРУКТОРЫ ФЕНОЛА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ТЕХНОГЕННОЙ ЭКОСИСТЕМЫ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

В настоящее время выявлен ряд микробных культур, способных разлагать фенол и его галогениды. Наиболее полно изучены штаммы родов *Alcaligenes*, *Artrobacter*, *Azotobacter*, *Burkholderia*, *Halomonas* и *Pseudomonas*, выполняющие расщепление ароматического кольца с образованием пирокатехина и последующей его трансформацией по *орто*-пути [1–3]. Сведения о способностях к трансформации хлорароматики представителей других таксономических групп ограничены.

Целью настоящей работы являлось выделение новых культур бактерий, способных к конверсии хлорфеноксикислот.

Объектами исследований являлись природные бактерии, выделенные авторами работы из проб почвы и грунта зоны нефтехимического производства Южного промышленного узла РБ.

Выделение чистых культур из образцов почвы проводили по методу Коха с небольшими модификациями. Далее изоляты засеивали в солевую среду следующего состава в г/л:  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  – 6,0 г,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 3,0 г,  $\text{NaCl}$  – 0,5 г,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  – 1,0 г, pH 6,8–7,0. Фенол и хлорфеноксиуксусные кислоты добавляли до конечной концентрации 100 мг/л. Культивирование осуществляли в термостатированных качалках при 115–120 об./мин. при температуре 28–30°C. Рост культур контролировался по изменению значений оптической плотности клеточной суспензии при длине волны 590 нм ( $\text{OD}_{590}$ ) на фотокolorиметре КФК-2.

Идентификацию культур проводили согласно морфометрическим, культурально-морфологическим, физиолого-биохимическим и генетическим критериям систематики. Для проведения ПЦР и дальнейшего секвенирования амплификатов гена 16S рРНК использовалась универсальная праймерная система в условиях следующего температурно-временного профиля: первый цикл – 94°C × 9 мин, 55°C × 1 мин, 72°C × 2 мин; следующие 30 циклов – 94°C × 1 мин, 55°C × 1 мин, 72°C × 2 мин; завершающий цикл – 72°C × 7 мин. Секвенирование проводили по методу Сэнгера с помощью набора реактивов Big Dye Terminator v.3.1 (Applied Biosystems, Inc., USA) на автоматическом секвенаторе ABI PRISM 3730 (Applied Biosystems, Inc., USA) согласно инструкциям производителя.

Анализ сходства нуклеотидных последовательностей генов 16S рРНК изучаемых штаммов проводили с помощью программного пакета BLAST.

В ходе проведенных работ были выделены бактерии-деструкторы фенола и хлорфеноксикислот, а именно 4-хлорфеноксиуксусной, 2,4-дихлорфеноксиуксусной (2,4-Д) и 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной (2,4,5-Т) кислот. Исследование свойств штаммов в периодической культуре показало, что выделенные штаммы активно накапливали биомассу в условиях использования хлорфеноксикислот в качестве единственного источника углерода и энергии.

На основе секвенирования генов 16S рРНК было определено филогенетическое положение штаммов. Согласно генетическим критериям систематики штаммы принадлежат к порядку *Bacillales* класса *Bacilli* отдела *Firmicutes*. По результатам сравнительного анализа последовательностей генов 16S рРНК выделенные штаммы бациллярной линии грамположительных бактерий были дифференцированы как *Bacillus subtilis* 9, *Bacillus simplex* 3, *Lisinibacillus xylaniticus* 1.

Следует отметить, что, несмотря на то, что представители рода *Bacillus* имеют широкое распространение в биосфере и могут занимать лидирующее положение в различных экосистемах, данные о бациллах-деструкторах ксенобиотиков промышленного ряда не многочисленны [4–7]. Выявлены штаммы *Paenibacillus* sp. ITRC-S6 и *Bacillus cereus* ITRC S6 осуществляющие деструкцию фенола в присутствии глюкозы с образованием катехола и 2-гидроксимуконowego полуальдегида [8]. Отмечена способность *Bacillus cereus* ITRC S6 осуществлять деструкцию пентахлорфенола [9]. Выделены деструкторы фенола *Bacillus cereus* MTCC 9817 и *B. cereus* MTCC 9818. Утилизация фенола проходила по метапути с 2-гидроксимуконowym полуальдегидом в качестве промежуточного интермедиата [10].

В результате настоящей работы из популяций почвенных микроорганизмов, подвергавшихся воздействию факторов нефтехимического производства, выделены новые бактерии-деструкторы фенола и хлорфеноксиуксусных кислот бациллярной линии грамположительных спорообразующих бактерий.

Штаммы могут быть применены в разработках методов очистки окружающей среды в техносфере.

*Работа выполнена при частичной поддержке гранта Программы Президиума РАН «Биоразнообразие природных систем».*

## Литература

1. Особенности структуры микробиоты техногенной экосистемы Северного промузла РБ: бактерии- деструкторы фенола и 2,4-дихлорфенола / Журенко Е.Ю., Коробов В.В., Жарикова Н.В., Ясаков Т.Р., Анисимова Л.Г., Маркушева Т.В. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13, № 5 (2). С. 172–174.
2. Штаммы-деструкторы хлорфеноксикислот гамма-подкласса протеобактерий / Маркушева Т.В., Журенко Е.Ю., Жарикова Н.В., Коробов В.В., Ясаков Т.Р., Анисимова Л.Г. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13, № 5 (2). С. 194–195.



3. Биоразнообразие бактерий-деструкторов хлорированных феноксикислот / Жарикова Н.В., Журенко Е.Ю., Коробов В.В., Ясаков Т.Р., Анисимова Л.Г., Маркушева Т.В. // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. № 6. С. 121–123.
4. Особенности межбактериальных взаимоотношений штаммов-деструкторов хлорароматических соединений родов *Rhodococcus*, *Serratia*, *Bacillus* и *Pseudomonas* / Сагитова А.И., Жарикова Н.В., Журенко Е.Ю., Коробов В.В., Ясаков Т.Р., Маркушева Т.В. // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2014. № 3. С. 12–16.
5. Особенности ассимиляции 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты *Bacillus subtilis* 16 / Федорова А.А., Коробов В.В., Журенко Е.Ю., Жарикова Н.В., Ясаков Т.Р., Анисимова Л.Г., Маркушева Т.В. // Вестник Уральской медицинской академической науки. 2011. № 4/1 (38). С. 182–183.
6. *Bacillus subtilis* В-1742Д – деструктор фенола и 2,4-дихлорфенола / Коробов В.В., Жарикова Н.В., Анисимова Л.Г., Ясаков Т.Р., Журенко Е.Ю., Кусова И.В., Маркушева Т.В. // Известия Уфимского научного центра РАН. 2011. № 3–4. С. 52–57.
7. Патент РФ №2129605. Штамм бактерий *Bacillus cereus*, осуществляющий биологическую деградацию 2,4,5-Т / Маркушева Т.В., Журенко Е.Ю., Кусова И.В., Чураев Р.Н. Бюл. №12, 24.04.1999.
8. Singh S. Biodegradation of phenol in batch culture by pure and mixed strains of *Paenibacillus* sp. and *Bacillus cereus* / S. Singh, B.B. Singh, R. Chandra // Pol J Microbiol. 2009. N. 58 (4). P. 319–325.
9. Chandra R. Reduction of pollutants in pulp paper mill effluent treated by PCP-degrading bacterial strains / R. Chandra, A. Raj, S. Yadav, DK Patel // Environ Monit Assess. 2009. N. 155 (1–4). P. 1–11.
10. Banerjee A. Isolation and characterization of hyper phenol tolerant *Bacillus* sp. from oil refinery and exploration sites / A. Banerjee, A.K. Ghoshal // Journal of Hazardous Materials. V. 176. Issues 1–3, 2010. P. 85–89.

**А.В. Косарев, Т.А. Добролюбова**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

## **ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ЭКОЛОГИЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СЕТЧАТЫХ ПОЛИМЕРОВ**

Густосшитые полимеры сегодня находят широкое применение во многих отраслях промышленности: медицине и фармакологии, пищевой и химической технологии, строительстве, приборо- и автомобилестроении, в легкой промышленности при изготовлении товаров широкого потребления. Увеличивающийся ежегодно объем применения полимерных материалов обусловлен, с одной стороны, высокой функциональностью этих материалов и легкостью переработки в товары промышленного назначения, а с другой – более низкими экономическими затратами на их производство и технологическую переработку в товары по сравнению с другими материалами, применяемыми в данных отраслях (металлы, минеральные строительные материалы и др.). Между тем спектр экологических проблем, связанных с производством, переработкой, эксплуатацией и утилизацией данных компонентов достаточно широк. Основные экологические проблемы эксплуатации полимерных объ-

ектов сводятся к образованию токсичных компонентов в результате их химической и механической деструкции. Густосшитые полимеры являются неплавкими и нерастворимыми материалами, что сильно сокращает возможности их вторичной переработки. Практически единственным возможным способом вторичной переработки таких полимеров является их диспергирование путем механического измельчения. Низкая подвижность макромолекул и образование пространственной сетки значительно снижает реакционную активность таких систем [1]. Поэтому основным фактором токсичности полимерных материалов являются процессы их термо- и фотодеструкции, а также их механическая деформация под действием внешних нагрузок. При этом происходит изменение структуры полимера и происходят деполимеризационные процессы, в ходе которых образуются низкомолекулярные компоненты, обладающие высокими токсичными свойствами – мономеры и олигомерные компоненты. Кроме того, в результате миграционных процессов в окружающую среду попадают пластификаторы, модификаторы, стабилизаторы, красители и др. [2]. Для оценки экологичности полимерных материалов применяются физико-гигиенические методы [2], реализация которых требует знания изменения структуры материала в результате его эксплуатации. Поэтому является актуальной задача оценки влияния структуры густосшитого полимера на его экологические свойства, применяя деформационно-механический подход. Следует отметить, что ключевой является закономерность: чем легче густосшитый полимер подвергается упругой деформации, тем выше его способность к деполимеризационным процессам и ниже экологичность. Кроме того, чем выше функциональность узла густосшитого полимера, тем ниже его способность к деформации и выше экологичность. Вместе с тем следует отметить, что на деформационную активность влияет способ упаковки межузловых полимерных цепей. Степень подвижности межузловых участков цепи влияет на интенсивность миграционных процессов с участием остаточных молекул мономеров и олигомеров, а также на их распределение в объеме полимерного образца. С одной стороны, повышение молекулярной массы и энтропии конфигурации межузловых цепей свидетельствует о невысокой степени трехмерной упорядоченности полимера и формировании эластомерной структуры, а с другой – о повышении содержания остаточного мономера в нем, которое обусловлено понижением его свободной энергии Гиббса по сравнению с таковыми, находящимися в густосшитой структуре полимера. В этом плане информативными являются данные по оценке энтропий структуры и деформации, которые являются мерой упаковки полимерных цепей в ячейке. При этом данные о конфигурации межузловых цепей позволяют проводить оценку диффузионной способности мономерных и олигомерных молекул из полимерного образца. Таким образом, упруго-механические характеристики, такие как напряжение, модуль упругости, работа деформации, а также термодинамические данные об энтропии, задающей статистику конфигурации полимерной системы, несут информацию об экологичности полимера. Также деформационно-механическое моделирование в сочетании с тер-

модинамическим подходом предоставляет информацию о влиянии имеющихся низкомолекулярных и олигомерных примесей в сетчатой структуре полимера на его экологические свойства. Актуальной задачей является определение взаимосвязи вязкостных свойств.

Мерой упруго-деформационных свойств материала, отражающих его экологичность, является усталостная прочность материала, т.е. напряжение, при котором происходит усталостное разрушение полимера после действия определенного числа циклов нагрузки [3]. В зависимости от вида прилагаемой нагрузки различают деформацию изгиба, растяжения, сжатия и др., в каждом из них происходит изменение структуры полимерной системы. Этот показатель, тесно связанный с экологичностью полимера, увеличивается с повышением таких факторов молекулярной структуры, как средняя молекулярная масса и плотность полимера [3]. Кроме того, существенным фактором является густота сшивки, увеличение которой снижает вероятность растрескивания полимера. Кроме того, к факторам структуры, влияющим на экологичность полимерной системы, следует отнести уменьшение числа концов в структуре полимера, так как свободные объемы между концами соседних цепей могут служить местами формирования трещин [3]. Важную роль в экологическом отношении несут дефекты переработки полимера, такие как углубления, надрезы, структура поверхности, нарушение целостности материала, поскольку они концентрируют напряжения и являются вероятными центрами разрушения структуры полимера, что приводит к вышеотмеченным последствиям [3].

Экологические свойства густосшитых полимеров являются, таким образом, функцией параметров синтеза (температуры, давления, наличия катализаторов, инициаторов), параметров переработки (содержания и структуры пластификаторов), а с другой стороны, зависят от факторов внешней среды. К упруго-деформационным и физико-химическим характеристикам, определяющим экологичность полимера, относятся усталостная прочность материала, атмосферное старение, влажность, прочность при разрыве, пределы текучести. Они, в свою очередь, зависят от молекулярных параметров системы, а именно: молекулярной массы и конфигурации межузловых цепей, плотности, густоты сшивки, количества свободных концов полимерных молекул, адсорбционной способности поверхности материала, а также от параметров структуры мономеров и олигомеров.

### Литература

1. Полимерные соединения и их применение: учеб. пособие / Л.А. Максанова, О.Ж. Аюрова. Улан-Уде: изд-во ВСГТУ, 2005.
2. Энциклопедия полимеров. в 3 т. / ред. коллегия: В.А. Кабанов (глав. ред.) и др. Т. 2. Л-П. М.: Сов. энциклопедия, 1974. 1032 с; Т. 3. П-Я. 1977. 1152 с.
3. Калинин Э.Л. Выбор пластмасс для изготовления и эксплуатации изделий: Справ. изд. / Э.Л. Калинин, М.Б. Саковцева. Л.: Химия, 1987. 416 с.

## КИНЕТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОТВЕРЖДЕНИЯ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ

Настоящая статья посвящена математическому моделированию взаимосвязи структурно-кинетических характеристик (функциональности молекул олигомерной смолы, константы скорости отверждения) и экологических свойств (концентрации несвязанной олигомерной смолы в сетчатом продукте). Реакция отверждения фенолформальдегидной олигомерной смолы СФ-342 А протекает без участия отвердителя по механизму поликонденсации с образованием воды в качестве побочного продукта.

Объем  $V_n$  глобулы, состоящей из  $n$  слоев и соответствующей достижению системы точки гелеобразования, равен

$$V_n = V_o + 3V_o \sum_{i=1}^n 2^{i-1}, \quad (1)$$

где  $V_o$  – объем молекулярного фрагмента в структуре слоя.

Учитывая, что

$$\sum_{i=1}^n 2^{i-1} = 2^n - 2, \quad (2)$$

соотношение (2) можно переписать следующим образом:

$$V_n = V_o + 3(2^n - 2)V_o \approx 3 \cdot 2^n V_o \quad (3)$$

Учитывая, что объем структурного элемента в слое связан с объемом молекулы олигомера  $V_m$  следующим образом:

$$V_o = \frac{1}{4} V_m, \quad (4)$$

соотношение (3) можно записать так:

$$V_n = 3 \cdot 2^{n-2} V_m \quad (5)$$

Тогда объем полимерной фазы  $V_p$  составит

$$V_p = 3 \cdot 2^{n-2} V_m \nu, \quad (6)$$

где  $\nu$  – количество глобул в отвержденной системе, определяющееся следующим образом:

$$\nu = \omega N_o. \quad (7)$$

Здесь  $\omega$  – мольная доля активированных молекул олигомерной смолы,  $N_o$  – общее число молекул олигомерной смолы в системе. С учетом (7) выражение (6) можно записать следующим образом [1]:

$$V_p = 3 \cdot 2^{n-2} V_m \omega N_o. \quad (8)$$

Значение свободного объема  $V$  непрореагировавшей смолы в момент гелеобразования  $\tau$  определяется по соотношению

$$V = V_0 e^{-k_p \tau}, \quad (9)$$

где  $k_p$  – константа скорости отверждения ( $\text{с}^{-1}$ );  $V_0$  – начальный объем олигомерной смолы. В соответствии с соотношениями (8) и (9) можем записать

$$3 \cdot 2^{n-2} V_m \omega N_o = V_0 (1 - e^{-k_p \tau}). \quad (10)$$

Пусть 
$$\frac{V_0 (1 - e^{-k_p \tau})}{3 V_m \omega N_o} = \chi \quad (11)$$

Тогда соотношение (10) может быть преобразовано следующим образом:

$$\chi = 2^{n-2}. \quad (12)$$

Отсюда число слоев  $n$  в глобуле в момент гелеобразования выражается так:

$$n = 2 + \frac{\lg \chi}{\lg 2}. \quad (13)$$

Величина  $\varphi_r$  объемной доли смолы СФ-342А, отвержденной в сетчатый продукт, задается соотношением

$$\varphi_r = \frac{V}{V_0}. \quad (14)$$

В рамках кинетической модели отверждения величина  $\varphi_r$  определяется так:

$$\varphi_r = 1 - e^{-k_p \tau}. \quad (15)$$

Концентрация  $C_r$  несвязанной олигомерной смолы в отвержденном продукте может быть выражена следующим образом:

$$C_r = \frac{(1 - \varphi) \rho}{M}, \quad (16)$$

где  $\rho$  и  $M$  – соответственно плотность и средняя молярная масса олигомерной смолы. Тогда критерием экологической безопасности отверждения смолы СФ-342А будет являться соотношение

$$\frac{C_r}{\text{ПДК}_r} = \frac{(1 - \varphi) \rho}{M}. \quad (17)$$

С учетом соотношения (15) уравнение (17) принимает вид

$$\frac{C_r}{\text{ПДК}_r} = \frac{(1 - \varphi)}{M} (1 - e^{-k_p \tau}). \quad (18)$$

Соотношение (18) отражает роль кинетического фактора как критерия экологической безопасности процесса отверждения олигомерной смолы. Экологически безопасным с точки зрения поступления из сетчатого полимера несвязанной смолы в окружающую среду можно считать процесс отверждения, для которого выполняется соотношение

$$\frac{(1 - \varphi)}{M} < \frac{1}{1 - e^{-k_p \tau}}. \quad (19)$$

Таким образом, получена математическая модель, определяющая зависимость экологической безопасности продукта отверждения фенолформальдегидной смолы СФ-342А и ее структурно-кинетических характеристик (функциональности молекул олигомерной смолы, константы скорости отверждения). Работа актуальна для решения задач промышленной экологии и полимерного материаловедения.

### Литература

1. Kosarev, A.V. A layered model of the curing kinetics of oligomer resins / A.V. Kosarev, V.N. Studentsov // International Polymer Science and Technology. 2014. Vol. 41. Issue 8. P. 49-54.

**А.В. Кошелев, В.Ф. Головков, Ю.С. Богоявленская,  
В.В. Суровцев, М.В. Корольков**

Научно-исследовательский институт органической химии и технологии,  
г. Москва

### **КОМПЛЕКСНАЯ САНАЦИЯ ТЕХНОГЕННОГО ГРУНТА ПРИ ЛИКВИДАЦИИ НАКОПЛЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА**

Одной из основных задач государственной политики в области экологического развития является восстановление нарушенных естественных экологических систем. Предусматривается экологическая реабилитация территорий, подверженных негативному воздействию объектов накопленного экологического ущерба обрабатывающей (прежде всего, химической) промышленности и предотвращение появления аналогичных объектов в будущем, санация территорий, на которых осуществлялось уничтожение химического оружия [1, 2], предотвращение экономического ущерба от возникновения и развития чрезвычайных ситуаций экотоксикологического характера, вовлечение экологически реабилитированных территорий в хозяйственный оборот и повышение их инвестиционной привлекательности [3].

Существующие методические подходы при осуществлении процессов санации зараженных территорий не позволяют учитывать особенности каждого отдельно взятого объекта.

Поэтому на каждом объекте ФГУП «ГосНИИОХТ» разрабатывает индивидуальную технологию ликвидации накопленного экологического ущерба [5, 6]. В результате выполненных работ показано, что опасные вещества в грунте (нефтепродукты, бенз(а)пирен) желательно обеззараживать методом высокотемпературного сжигания. На рисунке приведена схема термообезвреживания зараженного грунта, разработанная ФГУП «ГосНИИОХТ». Она включает обработку грунта в печи (температура 500–700°C), доокисление летучих продуктов в высокотемпературной зоне в те-

чение нескольких секунд (более  $1200^{\circ}\text{C}$ ), извлечение из отходящих газов пыли (на циклоне) с возможным возвращением ее в голову процесса, поглощение газообразных соединений на абсорбционной колонне щелочным раствором. Для доочистки отходящих газов от мелкодисперсной пыли перед выбросом в атмосферу устанавливается электрофильтр. На участке термообработки образуются жидкие стоки, которые поступают на стадию очистки сточных вод.

Грунты, содержащие ионы тяжелых металлов, предложено очищать промывкой кислыми растворами и выщелачиванием. Процесс осуществляется на специально подготовленных площадках с небольшим наклоном и гидроизолированным покрытием.

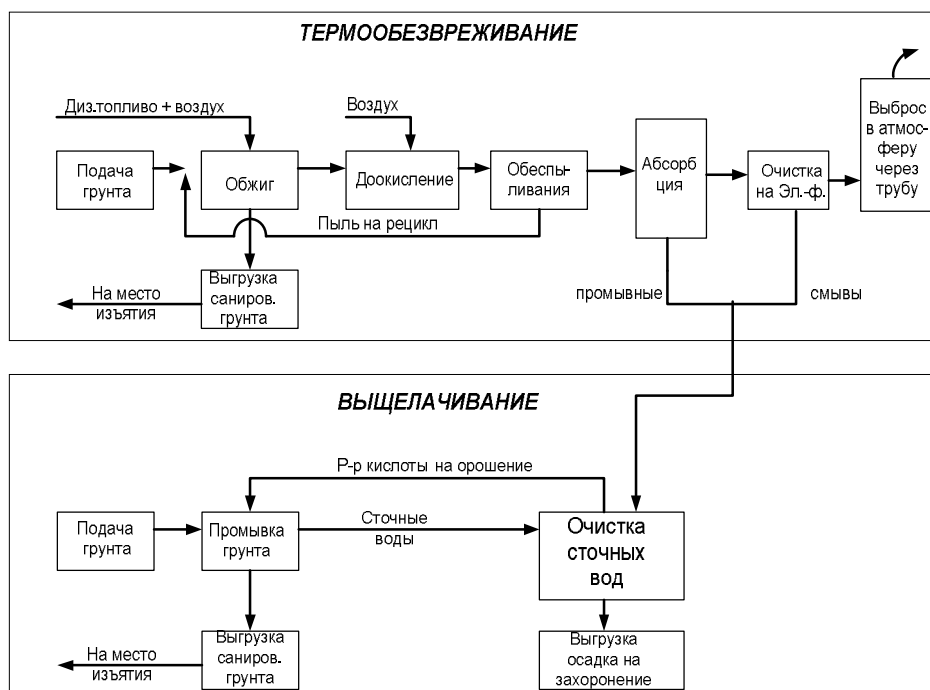


Схема обезвреживания исходного грунта  
на участках термического обезвреживания и выщелачивания

Участок выщелачивания состоит из двух площадок. На основание, имеющее уклон, укладываются дренажные трубы, обернутые нетканым материалом (геотекстиль) и засыпаются щебнем или крупнодисперсной фракцией грунта (10-30 мм). Поверх щебня наносится слоями (высотой в один метр) загрязненный грунт. Грунт огораживается по периметру нижнего слоя щитами с полной гидроизоляцией и тщательно разравнивается по поверхности каждого слоя.

Подача промывного раствора на поверхность грунта верхнего слоя осуществляется равномерно методом капельного орошения. Далее устанавливается стационарный процесс подачи раствора на грунт и сбора его из дренажной системы в приемную емкость (зумпф). Сточные воды из

зумпфа насосом подаются на станцию очистки. При загрязнении раствора коллоидными частицами глины в него добавляется флокулянт. На станции очистки жидкость проходит через механический фильтр тонкой очистки. Очищенный раствор подается на колонну с катионообменной смолой в Н-форме. Далее очищенный и восстановленный кислый раствор поступает на орошение грунта. Катионообменная смола восстанавливается в Н-форму промывкой раствором (от 10 до 30%) соляной кислоты. Далее солянокислый промывной раствор, содержащий ионы тяжелых металлов, нейтрализуется щелочным раствором (в том числе и щелочным раствором с участка термообезвреживания).

Осадок, полученный после очистки и нейтрализации стоков и содержащий гидроксиды тяжелых металлов, обезвреживается и направляется на полигон высокотоксичных промышленных отходов.

Предложенный способ комплексной санации загрязненных земель позволяет производить восстановление сильно зараженных как органическими, так и неорганическими поллютантами территорий.

### Литература

1. Особенности организации работ по ликвидации производства порохов и твердого ракетного топлива на примере ФГУП «Производственное объединение Красноярский химический комбинат «Енисей» (г. Красноярск) / Корольков М.В., Кондратьев В.Б., Касаткин И.К., Куткин А.В., Симонова Н.Ю. // Актуальные научные и научно-технические проблемы обеспечения химической безопасности России: материалы II Рос. конф. Москва, 3-4 июня 2014 г. М., 2014. С. 45.
2. Вероятностная оценка риска как показатель экологической безопасности на примере объекта по уничтожению химического оружия в поселке Горный / Глухан Е.Н., Сметанин А.В., Казаков П.В., Хохлов Р.В., Баранов Ю.И., Кондратьев В.Б., Полков А.Б. // Российский химический журнал. 2007. Т. LI. № 2. С. 52-58.
3. Создание современных экологически безопасных производств в интересах Удмуртской Республики – магистральное направление репрофилирования объекта по уничтожению химического оружия в городе Камбарке / Беликов В.А., Баранов Ю.И., Каабак Л.В., Казаков П.В., Головков В.Ф., Кшняйкина А.В., Глухан Е.Н. // Теоретическая и прикладная экология. 2011. № 4. С. 15-20.
4. Организационные и технологические аспекты создания на базе филиала ФГУП «ГосНИИОХТ» «Шиханы» Центра технологий переработки запасов полихлорбифенилов и агропромышленных ядохимикатов, не востребованных в промышленности и агрохозяйственном комплексе / Корольков М.В., Кондратьев В.Б., Глухан Е.Н., Казаков П.В., Потапкин П.В., Орлов А.Ю. // Актуальные научные и научно-технические проблемы обеспечения химической безопасности России: материалы II Российской конф. Москва, 3-4 июня 2014 г. М., 2014. С. 60.
5. О комплексе опытных установок для термической переработки шламов нефтехимических производств / Костикова Н.А., Кондратьев В.Б., Глухан Е.Н., Потапкин В.А., Корольков М.В., Орлов А.Ю. // Актуальные научные и научно-технические проблемы обеспечения химической безопасности России: материалы II Российской конф. Москва, 3-4 июня 2014 г. М., 2014. С. 57.



**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ  
ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА  
ГУМИПИТ НА ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА**

Подсолнечник является ведущей технической культурой Саратовской области. Средняя урожайность подсолнечника колеблется в пределах 6–10 центнеров с гектара, так как, в отличие от пшеницы и других культур наблюдается очень незначительное увеличение количества минеральных удобрений, вносимых под подсолнечник, что снижает урожайность этой культуры, хотя при соблюдении надлежащих агротребований районированные сорта и гибриды дают урожайность более 20 центнеров с гектара [1]. Применение современных технологий и агроприемов позволяет увеличить валовой сбор семян подсолнечника без увеличения посевных площадей и доз минеральных удобрений.

Для обеспечения экологической безопасности сельскохозяйственной продукции в последнее время большое внимание уделяется стимуляторам роста растений, полученным из природных гуминовых веществ, как торф, бурый уголь, сапропель и др. [2]. Стимуляторы роста растений представляют собой органические препараты с содержанием биологически активных веществ: витаминов, кислот, белков, аминокислот, микроэлементов, пептидов, прекурсоров гормонов, полисахаридов. Их действие приводит к изменению физиологических процессов в самих растениях и улучшению агрохимических характеристик почвы [3]. В зависимости от сырья, их получения, метода их выделения и предварительной обработки, а также очевидно присутствующих различий в химической структуре, гуминовые удобрения по-разному действуют на почву и растения.

Удобрение гумипит – органическое жидкое гуминовое удобрение, изготавливаемое компанией ООО «АДМ» из низинного торфа, подвергнутого действию ультразвука высокой интенсивности. Гумипит содержит: влаги – 67,4%, органического вещества – 20%, нитратов – 3 мг/кг, доступного для растений фосфора – 18,8 мг/кг, обменного калия – 123 мг/кг; рН 5,7. Содержание кальция и магния составляет соответственно 1660 и 30 мг экв/100 г сухого вещества, что свидетельствует о высоком уровне этих элементов питания. Содержание марганца – высокое, а цинка и меди – низкое. Валовое содержание таких элементов, как свинец, кадмий, цинк, медь, никель, мышьяк и ртуть, не превышает ОДК [2].

Удобрение гумипит рекомендовано на всех стадиях развития подсолнечника, а также для предпосевной обработки семян и опрыскивания растений во время вегетации. Это удобрение признано Международным фондом как экологически безопасное.

Влияние препарата гумипит на урожайность гибрида подсолнечника Юго-Восточный 26

Вариант	Урожай- ность т/га	Прибавка	
		т/га	%
1. Контроль (без удобрения)	1,8	-	-
2. Контроль+некорневая подкормка 0,03%	2,35	0,55	30,5
3. Предпосевная обработка семян 1% раствором гумипита	1,8	0	0
4. Предпосевная обработка семян 1% раствором гумипита + некорневая подкормка 0,03%	1,85	0,05	2,7
5. Предпосевная обработка семян 0,1% раствором гумипита	1,8	0	0
6. Предпосевная обработка семян 0,1% раствором гумипита + некорневая подкормка 0,03%	1,85	0,05	2,7
7. Предпосевная обработка семян 0,01% раствором гумипита	2,30	0,05	27,8
8. Предпосевная обработка семян 0,01% раствором гумипита + некорневая подкормка 0,03%	2,36	0,56	31,1
9. Предпосевная обработка семян 0,001% раствором гумипита	2,15	0,35	19,4
10. Предпосевная обработка семян 0,001% раствором гумипита + некорневая подкормка 0,03%	2,33	0,53	29,4
Среднее НСР <sub>05</sub>		0,17	

Исследования проводились в 2013 году на полях НИИСХ Юго-Востока в Южной правобережной микрозоне Саратовской области.

В качестве объекта исследований использовали семена гибрида подсолнечника Юго-Восточный 26 (ЮВ-26) Цель опытов: изучить различные концентрации раствора препарата гумипит для предпосевной обработки семян, а также совместить данный агроприем с некорневой подкормкой. Оба агроприема проводили опрыскиванием вышеуказанным препаратом в рекомендуемых дозах: семена – 1, 0,1, 0,01, 0,001%, всходы – 0,03%.

Положительное влияние предпосевной обработки, некорневой и сочетание этих агроприемов способствовало повышению урожайности гибрида подсолнечника ЮВ-26. Наибольшая эффективность в этом отношении была при предпосевной обработке семян раствором гумипита концентрацией 0,01%, прибавка урожая составила 0,56 ц/га или 31,1%.

На основании вышеизложенного материала следует заключить, что применение препарата гумипит, как для предпосевной обработки семян, так и в сочетании с некорневой подкормкой является эффективным приемом повышения урожайности подсолнечника Юго-Восточный 26.

### Литература

1. Ресурсосберегающие технологии подсолнечника в условиях западной и южной правобережной микрозон Саратовской области: метод. рекомендация. Саратов: ГНУ НИИ сельского хозяйства Юго-Востока, 2012. 24 с.
2. Назарова Л.С. Характеристика органо-минерального гуминового препарата гумипит / Л.С. Назарова, В.А. Назаров // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2013. № 7. С. 38–40.
3. Стимулятор роста растений [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://biohim-bel.com/stimulatory-rosta-rastenij>.

**ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ТОКСИЧНЫХ ОТХОДОВ  
ПРОИЗВОДСТВА КАПРОЛАКТАМА  
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ АНТИКОРРОЗИОННЫХ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ПОКРЫТИЙ**

Экологическая реабилитация территорий больших городов путем разработки и внедрения научных основ безотходных и малоотходных технологий химических производств является радикальным и перспективным решением вопросов охраны окружающей среды и рационального природопользования [1, 2]. Наиболее перспективные направления исследований – такие, которые позволяют не только обезвреживать крупнотоннажные токсичные отходы производств, но и получать на их основе экологически безопасные и полезные продукты.

В данной работе разработана технология утилизации отходов производства капролактама – кубовых остатков стадии получения бензойной кислоты, и получены антикоррозионные покрытия с повышенной атмосферостойкостью, прочностью, коррозионной стойкостью и эластичностью для различных наземных и подземных сооружений.

Основным компонентом при изготовлении предлагаемых мастичных композиций являются отходы производства капролактама – кубовые остатки производства бензойной кислоты, имеющие следующий состав (мас. %): бензойная кислота – 36,36–64,54; фталевая кислота – 1,14–5,87; бензилбензоат – 6,072–16,15; дифенилэтан – 0,09–0,2; осмоленный остаток – 20,82–46,26. Свойства: кислотное число – 300–400 мг КОН/г; температура плавления – 40–45°C; вязкость по ВЗ-4 – 15–18 с. Этот отход поступает и накапливается в отвалах до 5000 тонн в год.

На территории России находится несколько крупных производств капролактама: ЗАО Куйбышевазот, Кемерово капролактама, ОАО Капролактама, г. Дзержинск (Нижний Новгород). Токсичные и чадящие отходы производства капролактама представляют угрозу для всего живого, так как отравляют окружающую среду – воду, воздух и почву. Утилизация этих отходов путем сжигания требует больших энергетических затрат, а также небезопасна вследствие попадания в атмосферу диоксида.

Предлагаемая технология получения новой полимерной мастики типа «ПЗМ» заключается в смешивании отхода производства капролактама, добавок и присадок при повышенной температуре в химическом реакторе. Технологическая цепочка производства антикоррозионной мастики включает следующие этапы: кислые отходы → добавки, катализатор → реактор (температура 150–180°C, время реакции 1,5–2 часа) → антикоррозионная мастика.

Таблица 1

## Физико-технические свойства мастичного покрытия (по металлу)

Наименование показателей	Единица измерений	Показатели
Температура размягчения	°С, не менее	80
Кислотное число	мг КОН/г	10–30
Глубина проникновения иглы при 20°С	мм, не менее	1,0
Время отверждения при 20°С	часы	15–20
Толщина покрытия	мм	1
Растяжимость при 25°С	%	15
Прочность при изгибе по шкале гибкости	Мм, не более	1,0
Прочность сцепления с поверхностью (металл)	МПа, не менее	0,4
Водопроницаемость по бетону	Мпа, не менее	0,4

Для повышения прочностных и эластичных свойств мастики используются различные присадки и наполнители в виде пленкообразующих, отверждающих добавок из отходов других химических производств. Полученные результаты позволили оптимизировать составы мастичных или лакокрасочных покрытий с использованием хорошо известных растворителей (толуол, ксилол), которые могут наноситься на металлические и бетонные поверхности в виде пленки различной толщины (от 0,25 до 1 мм).

Таблица 2

## Физико-технические свойства лакокрасочного покрытия с органическим растворителем (металлическая поверхность)

Наименование показателей	Единица измерений	Показатели
Толщина покрытия	мм	0,25
Температура размягчения	°С, не менее	100
Время отверждения при 20°С	часы	2–4
Эластичность при изгибе	мм	1
Адгезия	балл	1
Прочность при ударе	Н.м	5–6
Прочность сцепления покрытия с поверхностью	МПа	0,5–0,7
Электрическая прочность	кВ/мм	4
Морозостойкость	°С, не ниже	- 20
Водопоглощение	% через сутки	0,001
Коэффициент коррозионной стойкости: (а) – в водопроводной воде (б) – в минерализованной воде	экспозиция от 30 до 180 суток)	0,96–0,94 0,94–0,92

Как видно из табл. 1 и 2, на основе разработанных составов получены антикоррозионные мастичные или лакокрасочные покрытия с улучшенными физико-техническими характеристиками и повышенной коррозионной стойкостью по сравнению с известными битумно-полимерными [3].

Для усиления электроизоляционных свойств, то есть получения покрытий с электрозащитными свойствами, в мастику добавляли органические наполнители – компоненты с повышенными диэлектрическими свойствами. Так, композиции полимерной мастики, полученной на основе отходов производства капролактама, в сочетании с отходами других химиче-

ских производств – эластомерами, гудронами, дисперсными наполнителями и стеклоросенговыми тканями (без растворителя) получены различные материалы с повышенными физико-механическими свойствами [4-7].

*Заключение.* В результате полученные покрытия на основе мастики «ПЗМ» обладают высокой эластичностью, повышенной ударной прочностью, отличаются высокой коррозионной стойкостью в водно-солевых средах, твердеют не только на очищенной, но и на ржавой поверхности, особенно в условиях жаркого и сухого климата. Разработана технология нанесения составов мастики на металлические и бетонные поверхности в двух вариантах: при повышенной температуре в заводских условиях и в присутствии инициатора полимеризации – в полевых условиях. Такие материалы могут найти применение на предприятиях газовой и нефтеперерабатывающей промышленности, в метрострое, в гидромелиоративном строительстве, коммунальном хозяйстве и др. Разработанная технология получения полимерно-эластомерных покрытий позволяет решить экологическую проблему – очищения окружающей среды (воды, воздуха и почвы) от токсичных отходов – и одновременно получать полезные для хозяйства экологически безопасные продукты.

### Литература

1. Принципы создания композиционных материалов / Берлин А.А., Вольфсон С.А., Ошман В.Г., Ениколопов Н.С. М.: Химия, 1990. 240 с.
2. Быков А.А. Проблемы анализа безопасности человека, общества и природы / А.А. Быков, Н.В. Мурзин. СПб.: Наука, 1997. 247 с.
3. Козловская А.А. Полимерные и полимерно-битумные материалы для защиты трубопроводов от коррозии / А.А. Козловская. М.: Стройиздат, 1971. 132 с.
4. А. с. СССР, №1669177 (ДСП). Способ получения полимерной композиции для покрытий / Котлик С.И., Курочкина Г.Н. и др.
5. А. с. СССР, №1697407 (ДСП). Антикоррозионная композиция для покрытий / Котлик С.И., Курочкина Г.Н. и др.
6. А. с. СССР №1702684 (ДСП). Состав для покрытий / Курочкина Г.Н., Котлик С.И. и др.
7. Курочкина Г.Н. Переработка токсичных отходов производства капролактама / Г.Н. Курочкина, Д.Л. Пинский // Экология производства. Химия и нефтехимия. 2008. № 2 (12). С. 11-13.

**И.Н. Мельников, Д.В. Кайргалиев, А.Г. Ермошин, С.Я. Пичхидзе**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

### **ЖИДКОСТНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ**

ПАУ представляют собой обширный класс химических соединений, насчитывающий более 200 представителей. Они широко распространены в объектах окружающей среды и стабильны в течение длительного времени.

Некоторые ПАУ обладают канцерогенной и мутагенной активностью. Канцерогенные ПАУ образуются в природе путем абиогенных процессов. Ежегодно в биосферу поступают тысячи тонн 3,4-бензо(а)пирена природного происхождения. Большая часть ПАУ поступает в биосферу за счет техногенных источников (сгорание нефтепродуктов, мусора) [1, 2].

Целью данной работы является разработка экспрессного высокочувствительного метода определения 3,4-бензо(а)пирена (БП), 7,12-диметилбензантрацена (ДМБА) и 20-метилхолантрена (МХА).

Наиболее часто для определения ПАУ используют метод жидкостной хроматографии (ЖХ) [2]. Для их определения пригодны два метода ЖХ: обращенно-фазовый и нормально-фазовый варианты. В обращенно-фазовой ЖХ используют колонки с неполярным носителем и полярный элюент. В нормально-фазовом варианте, как правило, используются полярный адсорбент и неполярный элюент. Разделение веществ происходит за счет различий в специфических межмолекулярных взаимодействиях исследуемых молекул с адсорбентом и неспецифических с элюентом. Обычно ПАУ обладают высокой гидрофобностью, что обуславливает возможность предпочтительного использования обращенно-фазовой ЖХ для их эффективного обнаружения. Определяемые ПАУ из анализируемого объекта экстрагируют смесью диметилсульфоксид – гептан – метанол при соотношении 5:10:85 об. %. Экстракцию проводят 5 мин с применением ультразвука. Экстракт отфильтровывают и аликвотную часть хроматографируют на колонке Zorbax ODS (250×4,6 mm) при 25°C в потоке элюента, представляющего собой смесь диметилсульфоксида, гептана и метанола при соотношении ингредиентов, об. %: 3–8:8–12:метанол – остальное. Расход элюента: 1 мл/мин. Детектирование компонентов проводят при длине волны 295 нм (табл. 1).

Таблица 1

Результаты экстракции ПАУ из почвы

Соединение	Содержание вещества в пробах, мг					
	внесено	найдено	внесено	найдено	внесено	найдено
БП	1,0	0,90	0,1	0,093	0,05	0,047
ДМБА	1,0	0,95	0,1	0,095	0,05	0,049
МХА	1,0	0,93	0,1	0,091	0,05	0,045

Таблица 2

Результаты ЖХ определения ПАУ (БП-1, ДМБА-2, МХА-3)

Со- став	Соотношение ингредиентов, об. %	Время удерживания, мин			Коэффициент емкости			Селективность разделения		Чувстви- тельность, мг/мл
		t <sub>R1</sub>	t <sub>R2</sub>	t <sub>R3</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	Q <sub>1-2</sub>	Q <sub>2-3</sub>	
1	ДМСО – 3 гептан – 8 метанол – ост.	4,2	4,6	5,2	0,75	0,92	1,38	1,23	1,41	1·10 <sup>-4</sup>
2	ДМСО – 8 гептан – 12 метанол – ост.	3,9	4,2	4,9	0,63	0,75	1,04	1,19	1,39	1·10 <sup>-4</sup>
3	метанол	10,0	10,0	15,6	3,17	3,17	5,5	1,0	1,74	3x10 <sup>-4</sup>

Результаты табл. 1 свидетельствуют о высокой эффективности экстрагента, полнота извлечения ПАУ из почвы около 90%. Результаты табл. 2 свидетельствуют, что использование многокомпонентного элюента существенно сокращает время анализа и приводит к повышению точности и чувствительности определения ПАУ.

*Выводы:* использование многокомпонентного элюента существенно сокращает время анализа и приводит к повышению точности и чувствительности определения ПАУ.

### Литература

1. United States Environmental Protection Agency, Office of Environmental Information, Emergency Planning and Community Right – to Know Act – Section 313: Guidance for Reporting Toxic Chemicals: Polycyclic Aromatic Compounds Category, EPA 260-B-01-03, Washington, DC, August 2001.

2. Естественно-научные методы судебно-экспертных исследований: учеб. пособие / Кайргалиев Д.В., Мельников И.Н., Васильев В.И. и др. / под ред. Г.К. Лобачевой. Краснослободск: ИП Головченко Е.А., 2014. 152 с.

**Светлой памяти проф. Рубана И.Н. посвящается**

**В.М. Мухин<sup>1</sup>, Н.Л. Воропаева, Э.К. Горшкова, С.И. Манаенков,  
С.А. Харламов, В.В. Карпачев**

Всероссийский научно-исследовательский институт рапса  
(ФГБНУ ВНИИ рапса), г. Липецк;

<sup>1</sup>ОАО «ЭНПО «Неорганика», Московская обл., г. Электросталь

### **АКТИВНЫЕ УГЛИ ИЗ ЕЖЕГОДНО ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УГРОЗ БИОСФЕРЕ**

Сточные воды (СВ) – это сегодня самая большая экологическая угроза биосфере. Весомый вклад в это загрязнение вносят, в частности, СВ нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) и нефтехимических комбинатов (НХК), ЖКХ и др. Наиболее эффективным методом очистки сточных вод НПЗ и НХК является биосорбция.

Биосорбция, как известно, – это метод очистки, заключающийся во внесении в жидкую фазу одновременно бактерий-деструкторов (БД) и различных их матриц-носителей, в том числе активного угля (АУ). При этом БД обсеменяют развитую внутреннюю поверхность мезо- и макропор АУ, где они защищены от патогенной биофлоры, а адсорбционный потенциал микропор (20-25 кДж/моль) концентрирует («подтягивает») органические загрязнители в объем гранул, создавая благоприятную питательную среду для БД. Таким образом, резко возрастает эффективность биосорбционной очистки.

Однако в настоящее время в процессах биосорбции используют промышленные активные угли типа ОУ (на основе древесного угля-сырца) или марки УАФ (на основе каменного угля) [1]. Но такие АУ не являются опти-

мальными носителями при проведении процесса биосорбции, т.к. имеют невысокий объём макропор ( $0,20-0,30 \text{ см}^3/\text{г}$ ), где концентрируются БД. При этом объём сорбирующих микро- и мезопор также мал –  $0,20-0,25 \text{ см}^3/\text{г}$ .

Исследования в области получения новых углеродсодержащих носителей для биосорбции, выполненные в последние годы, показали, что идеальными «углеродными» сорбентами для этого процесса являются АУ, полученные из соломы крестоцветных масличных и зерновых культур (активные угли типа РАУ) как перспективного ежегодно возобновляемого сельскохозяйственного сырьевого ресурса [2, 3]. Для этого сырья характерно наличие первичной пористой структуры, высокое содержание углерода, доступность, низкие плотность и энергозатраты на измельчение для получения АУ в виде порошков. Полученные РАУ имеют высокоразвитый объём макропор, достигающий  $3,0-4,0 \text{ см}^3/\text{г}$ , что создает благоприятные условия для расселения бактерий-деструкторов. С другой стороны, развитие объёма крупных макропор и мезопор, т.е. объёма сорбционного пространства, у них достигает  $0,40-0,60 \text{ см}^3/\text{г}$ , что обеспечивает отличную сорбцию крупных молекул нефтепродуктов и их концентрирование в объёме пор, создавая благоприятнейшую питательную среду для БД. Оценка биосорбционной очистки сточных вод НПЗ и НХК подтвердила высказанное нами предположение о резком увеличении эффективности их биосорбционной очистки.

#### Литература

1. Мухин В.М. Производство и применение углеродных адсорбентов / В.М. Мухин, В.Н. Клушин. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. 308 с.
2. Mukhin V. Activated carbons from vegetal raw materials to solve environmental problems / V. Mukhin, T. Lupascu, N. Voropaeva, Y. Spiridonov, N. Bogdanovich, V. Gur'janov // Chemistry Journal of Moldova. General, Industrial and Ecological Chemistry. 2014. V. 9. N 1. P.1-4.
3. Пат. РФ 2527221 Способ получения активного угля из растительных отходов. / Мухин В.М., Карпачев В.В., Воропаева Н.Л. и др. 07.07.2014.

***Светлой памяти проф. Рубана И.Н. посвящается***

**В.М. Мухин<sup>1</sup>, Н.Л. Воропаева, В.И. Горшков, Я.Я. Тыньо<sup>2</sup>,  
А.И. Коновалова, В.В. Карпачев**

Всероссийский научно-исследовательский институт рапса  
(ФГБНУ ВНИИ рапса), г. Липецк;

<sup>1</sup>ОАО «ЭНПО «Неорганика», Московская обл., г. Электросталь;

<sup>2</sup>Московская государственная академия ветеринарной медицины  
и биотехнологии имени К.И. Скрябина

#### **АКТИВНЫЕ УГЛИ ИЗ ЕЖЕГОДНО ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ИЛИ ЧИСТОЙ ПРОДУКЦИИ**

Производство экологически чистой пищи, в том числе продукции животноводства, в настоящее время сталкивается с всё возрастающими трудно-



стями. Корма очень часто загрязняются ксенобиотиками как антропогенного (гербициды, пестициды и др.), так и естественного (микотоксины) характера. Эти вещества, как правило, обладают большой молекулярной массой и могут быть связаны только сорбентами с определенным комплексом физико-химических характеристик. Кроме того, пища переваривается в желудке животных очень короткое время (приблизительно в течение суток), и поэтому детоксикация комбикормов должна проводиться с помощью сорбентов, обеспечивающих высокую кинетику адсорбции. Таким образом, при подборе сорбентов с детоксикационной активностью необходимо принимать во внимание оба эти фактора: большую молекулярную массу ксенобиотиков и высокую кинетику адсорбции. При этом следует отметить, что такие сорбенты должны иметь не только развитый объем микропор, но и, прежде всего, высокий объем мезопор с размером 2,0-10,0 нм.

Вышеуказанным критериям соответствуют, в частности, некоторые углеродсодержащие сорбенты на основе активных углей (АУ). Активные угли промышленного изготовления, как правило, имеют низкий (0,05-0,12 см<sup>3</sup>/г) объем мезопор и недостаточно эффективны в детоксикации комбикормов [1]. Многочисленные эксперименты по получению активных углей заданной структуры из различных типов углеродсодержащего сырья, в том числе ежегодно возобновляемого, показали, что только АУ, полученные из соломы крестоцветных масличных и зерновых культур, обладают необходимыми для решения данной задачи показателями: развитым объемом мезопор – 0,20-0,30 см<sup>3</sup>/г при общем объеме сорбционного пространства  $W_s$  - 0,40-0,60 см<sup>3</sup>/г и размером мезопор – 2,0-8,0 нм [2–4]. Поры обычно ограничены  $sp^2$ -искаженными графеновыми слоями, т.о. в большинстве случаев поры представлены в виде щелей. Межплоскостное расстояние в турбостратных структурах ~ 0,344-0,370 нм. Форма и распределение пор являются следствием природы прекурсора (соломы) и метода обработки. Эффективная адсорбция в микропорах достигается за счет сил Ван-дер-Ваальса, следствием чего является высокая электронная плотность в графеновых слоях. Теплота процесса адсорбции зависит от размера молекул адсорбата. Такие АУ на основе указанного растительного сырья (общей марки РАУ) уже показали свою высокую эффективность в детоксикации кормов в животноводстве.

### Литература

1. Активные угли. Эластичные сорбенты, катализаторы, осушители и химические поглотители на их основе. Номенклатурный каталог / под ред. д.т.н. В.М. Мухина. М.: Изд. дом «Руда и металлы», 2003. 278 с.
2. Plant residues of various agricultural crops as renewable raw material for obtaining activated carbon / Mukhin V., Voropaeva N., Karpachev V., Figovsky O. // Scientific Israel. Technological Advantages. 2014. Vol. 16. N2. P. 186-189.
3. Мухин В.М. Рапсовая солома как сырье для получения активных углей / В.М. Мухин, В.В. Карпачев, Н.Л. Ворopaева // Кормопроизводство. 2014. № 1. С. 41-44.
4. Ворopaева Н.Л. Возобновляемые источники отходов растительного сырья как одна из возможных альтернатив для получения активных углей различного назначения /

Н.Л. Воропаева, В.М. Мухин, В.В. Карпачев // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: тр. 9-й Междунар. науч.-техн. конф. М., 2014. С. 354-360.

5. Мухин В.М. Роль активных углей в решении экологических проблем агропромышленного комплекса / В.М. Мухин, Ю.Я. Спиридонов // Сб. тр. Всерос. конф. по фундаментальным вопросам адсорбции с участием иностранных ученых. Тверь, 2013. С. 34-35.

**А.А. Нешко, Е.В. Крючкова, О.В. Турковская**

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН,  
г. Саратов

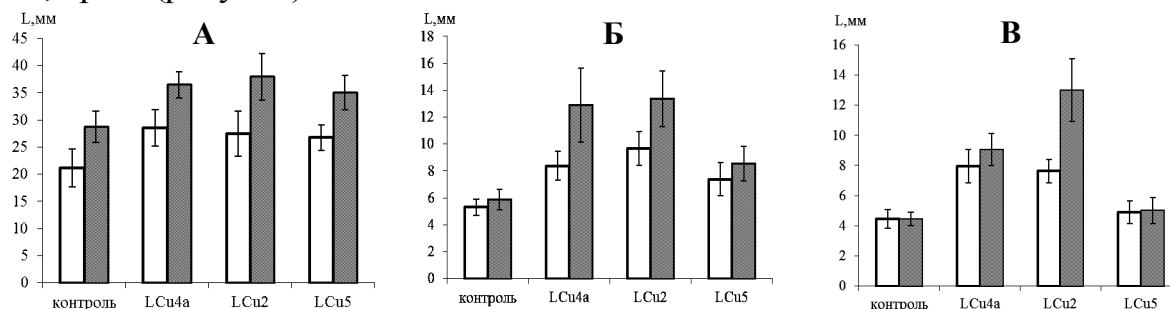
**ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ИНОКУЛЯЦИИ  
НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ *MEDICAGO SATIVA* L.  
В УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГЛИФОСАТОМ  
И КАТИОНАМИ  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Cd}^{2+}$**

Ризосферные бактерии, устойчивые к комплексным загрязнениям, являются перспективными для биотехнологии защиты растений и очистки почв. Цель исследования заключалась в оценке защитного влияния бактериальной инокуляции на параметры люцерны посевной (*Medicago sativa* L.) в присутствии комплексов глифосата (Гл) с катионами  $\text{Cu}^{2+}$  или  $\text{Cd}^{2+}$ .

Семена растений калибровали по размеру, стерилизовали с помощью 96% этанола и раствора диацита. Стерилизованные семена на сутки помещали в стерильные чашки Петри на фильтровальную бумагу, смоченную 5 мл  $\text{dsH}_2\text{O}$ . Для инокуляции по 45 суточных проростков помещали в три колбы с 20 мл бактериальной суспензии (ОП=0,1) штаммов *Achromobacter* sp. LCu2, *Stenotrophomonas* sp. LCu5 и *Agrobacterium* sp. LCu4a, выделенных из ризопланы люцерны посевной, выращенной в почве, загрязнённой комплексными поллютантами. Инокуляцию проводили в термошейкере в течение 2 ч при 120 об/мин и 30°C. В качестве контроля 45 проростков помещали в колбу с  $\text{dsH}_2\text{O}$ . Бактеризованные проростки в количестве 15 штук раскладывали в стерильные чашки Петри на поверхность фильтровальной бумаги, пропитанной: А) 5 мл МС1 [1], Б) МС1, содержащей комплексное соединение Гл- $\text{Cu}^{2+}$ , В) МС1 с Гл- $\text{Cd}^{2+}$ . В качестве контролей использовали неинокулированные проростки, выращенные или с добавлением загрязнителей, или в чистых условиях. Комплексные загрязнения получали, смешивая 5 мл 1 мМ раствора глифосата в составе коммерческого препарата «Раундап» с 5 мл 1 мМ раствора  $\text{CuCl}_2 \times 5\text{H}_2\text{O}$  (Гл- $\text{Cu}^{2+}$ ) или  $\text{CdCl}_2 \times 5\text{H}_2\text{O}$  (Гл- $\text{Cd}^{2+}$ ). Растения помещали на 3 суток в термостат, при 30°C. На 4-е сутки оценивали их морфометрические показатели: средняя длина корней (Лк, мм) и побегов (Лп, мм), влажная (Wв, мг) и сухая (Wс, мг) масса проростков. Сухую массу определяли после высушивания биомассы в сушильном шкафу  $T=70^\circ\text{C}$  до постоянного веса. Оводненность тканей растений оценивали по содержанию воды (% от сырой массы), исходя из отно-

шения разности  $W_b$  и  $W_c$ , отнесенной к  $W_b$  [2]. Статистическую обработку данных выполняли, рассчитывая доверительный интервал (ДИ), для  $p=0.05$ , используя Microsoft Excel 2003.

Полученные результаты позволяют утверждать, что инокуляция люцерны бактериальными культурами оказывала ростостимулирующий эффект на морфометрические показатели растений. У инокулированных проростков значения  $L_k$  превышали контроль на  $30 \pm 4\%$  и  $L_p$  на  $27 \pm 5\%$ , (или в 1,3 раза) соответственно (рисунок, А). Установлено высокое токсическое действие смеси поллютантов на морфометрические параметры контрольных растений. У неинокулированных проростков значения  $L_k$  и  $L_p$  уменьшались в 4 и 5 раз в варианте с Гл- $Cu^{2+}$ , в 5 и 7 раз – в варианте с Гл- $Cd^{2+}$ , относительно чистого контроля (А). Инокуляция штаммами приводила к значительному снижению токсического эффекта.  $L_k$  и  $L_p$  проростков, выращенных на обоих загрязнителях, увеличивалась в  $2 \pm 0,4$  раза в присутствии штаммов LCu2 и LCu4a. Штамм LCu5 не оказывал защитного влияния на проростки в варианте В (Гл- $Cd^{2+}$ ), а в варианте Б (Гл- $Cu^{2+}$ ) оба показателя увеличивались в 1,5 раза (рисунок).



Влияние бактериальной инокуляции на морфометрические показатели *Medicago sativa* L., выращенной в различных условиях: А – МС1 без поллютантов; Б – МС1+1мМ Гл- $Cu^{2+}$ ; В – МС1+ 1мМ Гл- $Cd^{2+}$ ; белые столбики –  $L_k$  (длина корня), серые –  $L_p$  (длина побега). Возраст растений 4 суток;  $n=15$ . У-погрешности соответствуют значениям ДИ, рассчитанным для  $p=0,05$

Влияние бактериальной инокуляции на накопление биомассы *Medicago sativa* L., в присутствии комплексных загрязнителей

Поллютант, 1 мМ	Лабораторный шифр штамма	$W_b$ , мг	$W_c$ , мг (%)	Содержание воды, %
–	Контроль <sup>А</sup>	269	12 (5)	96
	LCu4a	253	12 (5)	95
	LCu2	255	11 (4)	96
	LCu5	262	11 (4)	96
Гл- $Cu^{2+}$	Контроль <sup>Б</sup>	175	11 (6)	94
	LCu4a	225	13 (6)	94
	LCu2	202	11 (5)	95
	LCu5	222	11 (5)	95
Гл- $Cd^{2+}$	Контроль <sup>В</sup>	183	12 (7)	93
	LCu4a	203	13 (6)	94
	LCu2	265	13 (5)	95
	LCu5	186	10 (5)	95

Примечания: контролями служили неинокулированные растения А – без загрязнителя, Б – Гл- $\text{Cu}^{2+}$ , В – Гл- $\text{Cd}^{2+}$ . Возраст растений 4 суток. Значения влажной и сухой биомассы ( $W_b$  и  $W_c$ ) приведены для количества растений  $n=10$

Анализ накопления биомассы показал, что в условиях загрязнения Гл- $\text{Cd}^{2+}$  у проростков, обработанных штаммом LCu2, увеличивался показатель  $W_b$  на 45% относительно неинокулированного контроля, в то время как LCu4a способствовал повышению  $W_b$  на 30% в варианте Гл- $\text{Cu}^{2+}$ . Показатели сухой биомассы  $W_c$  незначительно варьировали в пределах 1–2 мг во всех вариантах эксперимента. Вероятно, разница в накоплении влажной биомассы обусловлена различным содержанием воды в растениях. Наиболее заметное токсическое влияние, вызвавшее уменьшение содержания воды в проростках на 3%, зарегистрировано в контроле В (Гл- $\text{Cd}^{2+}$ ) и на 2% в контроле Б (Гл- $\text{Cu}^{2+}$ ), относительно проростков, выращенных в варианте А (чистый контроль). Бактериальная инокуляция повышала содержание воды в условиях загрязнения, что, скорее всего, коррелирует с уровнем развития корневой системы у бактеризованных растений (таблица).

Таким образом, можно сделать вывод, что инокуляция люцерны посевной штаммами *Achromobacter* sp. LCu2 и *Agrobacterium* sp. LCu4a существенно снижала токсический эффект комплексов глифосата (Гл) с катионами  $\text{Cu}^{2+}$  или  $\text{Cd}^{2+}$ , оказывая на растения защитное влияние.

### Литература

1. Ermakova, I.T. Microbial degradation of organophosphonates by soil bacteria / T.V. Shushkova, A.A. Leont'evskii // Microbiology. 2008. Vol. 5. P. 615–620.
2. Физиологические механизмы повышения солеустойчивости растений рапса брассиностероидами / А.Л. Савчук, Дж. А.К. Хасан, Р.П. Литвиновская, В.А. Хрипач, В.П. Холодова, Вл.В. Кузнецов // Физиология растений. 2014. Т. 61, № 6. С. 778–789.

**В.А. Низовцев<sup>1</sup>, И.В. Мироненко<sup>1</sup>, Ю.В. Логунова<sup>1</sup>, Б.И. Кочуров<sup>2</sup>,  
С.К. Костовска<sup>2</sup>, Н.М. Эрман<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>МГУ имени М.В. Ломоносова; <sup>2</sup>Институт Географии РАН;

<sup>3</sup>ИИЕиТ имени С.И. Вавилова РАН, г. Москва

### **ОЦЕНКА ЛАНДШАФТНОГО ПОТЕНЦИАЛА МОСКВЫ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ГОРОДА**

Главной целью выполняемых комплексных ландшафтно-геоэкологических научно-исследовательских работ является определение ландшафтно-экологического потенциала территории Москвы для его учета в территориальном планировании города, а также разработка предложений по сбалансированному и эффективному развитию городской территории

по обеспечению комфортности проживания населения, охраны окружающей среды и объектов культурного наследия с учетом взаимосвязанного развития Москвы и Московской области. Особенностью Московского региона является то, что вся его территория в условиях сложившегося характера градостроительной отечественной культуры развивалась в течение всей истории как единая целостная культурно-природная система. Именно это органичное сочетание природного и антропогенного, эстетической привлекательности и хозяйственной целесообразности создало в совокупности в Московском регионе собирательный культурно-исторический образ национального ландшафта, сформированного культурой многих поколений. Поэтому одной из главных задач градостроительного освоения территории Москвы в новых границах является сохранение как единой ландшафтной системы, так и единого историко-культурного пространства.

Обоснование и реализация градостроительного освоения территории Москвы невозможны без реализации системы экономически эффективных и экологически безопасных мероприятий по сохранению, восстановлению и поддержанию в стабильном состоянии природной среды и многочисленных природно-культурных памятников и природно-исторических комплексов. Такие мероприятия должны регламентировать антропогенные и техногенные нагрузки на окружающую среду, способствовать оптимальному развитию природных процессов. Теоретической основой исследований выступает концепция ландшафтного планирования, которое опирается на объективно существующую локальную и региональную физико-географическую дифференциацию, ландшафтную структуру, с другой стороны – функциональное зонирование территории, учитывающее пространственное распределение ландшафтов и категорий земель, различных по своему целевому назначению и особенностям использования. Средство решения такой задачи – создание карт ландшафтной дифференциации территории с выделением природно-территориальных комплексов ранга урочищ и карт лимитирующих факторов градостроительного освоения. Необходимо создание дополнительных информационно-оценочных карт, например, негативных природных и антропогенных процессов, истории землепользования, устойчивости ландшафта к различным антропогенным воздействиям и т.д.

Комплексные ландшафтно-геоэкологические исследования – важнейший механизм оптимизации природопользования и должны опираться на представления о взаимодействии человека и природы, о природно-хозяйственных сочетаниях, образованных в результате антропогенного воздействия на природные комплексы и компоненты окружающей среды.

Комплексные ландшафтно-геоэкологические научно-исследовательские работы состояли в проведении ландшафтных, ландшафтно-исторических и ландшафтно-экологических исследований, включавших натурные полевые маршрутные наблюдения и исследования на

ключевом участке. Были выполнены детальный анализ и оценка природных и культурно-исторических особенностей города с учетом:

- ресурс- и средовоспроизводящих способностей ландшафтов;
- естественной динамики функционирования ландшафтов;
- эстетической ценности вмещающих и окружающих ландшафтов;
- биоразнообразия ландшафтных комплексов;
- природных и культурно-исторических памятников, культурных традиций и традиций московского градостроительства.

Была выполнена оценка состояния естественных и антропогенных ландшафтов. Выявление ограничений (лимитирующих природных факторов) развития города проводилось с учетом особенностей ландшафтной структуры и формирования природного (природно-охранного) каркаса территории.

Впервые для всей территории Москвы была составлена серия оригинальных карт в масштабе 1:50 000, включающая «Ландшафтную карту Москвы», «Карту природоохранного каркаса», карты ландшафтно-исторических местностей и комплексов, сводные аналитические карты «Градостроительного освоения» и «Современных ландшафтов». Все карты созданы в электронном векторном виде для визуализации в среде Mapinfo в московской системе координат. Вся информация в картах представлена в виде конкретных картографических слоев с пронумерованными выделами и легендами к ним. Эти слои интегрированы в соответствующую тематическую карту. В свою очередь, тематические карты также интегрированы в единую геоинформационную систему. Это позволяет быстро вычленять необходимый информационный слой или, наоборот, интегрировать их для последующего анализа или синтеза.

В результате были разработаны предложения по рациональному использованию территории Москвы и размещению объектов капитального строительства с учетом охраны ландшафтов. Особенности ландшафтной структуры территории Москвы, ее ландшафтного потенциала позволяют находить резервы для ее градостроительного освоения. Однако степень антропогенной трансформированности исходных ландшафтов такова, что дальнейшая застройка территории невозможна без одновременного формирования природоохранного каркаса, сохранения богатейшего культурно-исторического наследия, формирования кондиционной сети ООПТ и реабилитации особо ценных ландшафтных комплексов. Одной из первоочередной задачей должна стать задача по сохранению имеющихся элементов и восстановлению целостности природного каркаса и ландшафтно-исторических комплексов. Особое внимание необходимо уделить реабилитации долинных ландшафтных комплексов, являющихся не только важнейшими осевыми элементами природоохранного каркаса, но и в силу особенностей пространственного расположения, транзитными магистралями, связывающими соседние ландшафты в единую природно-культурную

систему Подмосковья. Необходимо водоохранную зону расширить и включить в ее состав долины малых рек и ручьев балочного типа целиком. Эти комплексы отличаются высокой динамичностью природных процессов, наиболее активным проявлением негативных процессов и наименее устойчивы к антропогенному воздействию. На территории Москвы необходимо дальнейшее развитие зеленых зон, в том числе ООПТ. Для обеспечения устойчивости всех современных ландшафтов города необходимо проводить нормирование хозяйственной деятельности как на каркасных, так и на межкаркасных территориях, направленных на ограничение или запрет градостроительного освоения.

**Л.Н. Ольшанская, Н.А. Собгайда, Л.А. Булкина**

Энгельсский технологический институт (филиал) Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

### **ФИТОРЕМЕДИАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗАЩИТЕ ГИДРОСФЕРЫ**

Изучение природных ресурсов Земли в связи с непрерывным увеличением их потребления показало, что в ряде стран с развитой экономикой назрела угроза предельного антропогенного загрязнения биосферных комплексов, особенно почвы и водных ресурсов. Наиболее распространенными загрязняющими веществами почв и поверхностных вод России остаются нефтепродукты, фенолы, легкоокисляемые органические вещества, соединения тяжелых металлов, аммонийный и нитридный азот. Основным источником этих загрязнений являются различные производства, предприятия сельского и коммунального хозяйств. Годовая масса сброса основных загрязняющих веществ составляет  $\approx 800$  тыс. т. Накопление избыточного количества тяжелых металлов в организме чрезвычайно опасно из-за возможности возникновения самых различных заболеваний антропогенного характера [1, 2].

В настоящее время для очистки почв и поверхностных вод используются различные механические, физико-химические и биологические способы. Но механические и физико-химические методы очистки вызывают ряд проблем, а именно: не могут обеспечить эффективную очистку от широкого спектра простых и сложных органических веществ; требуют больших капиталовложений; способствуют возникновению нежелательных побочных эффектов [1, 2].

Вместе с тем в последние годы за рубежом и в нашей стране ведутся интенсивные работы по очищению загрязненных и засоленных почв и поверхностных вод высшими водными растениями [3–5]. Достоинствами этого метода, получившего название фиторемедиация (от греческого «фи-

тон» (растение) и латинского «ремедиум» (восстанавливать), является возможность очищения воды от тяжелых металлов, органических соединений, моющих веществ, различных ядов и радионуклидов. При этом фитомассой уничтожаются вредные бактерии, происходит обогащение воды и почвы кислородом, полученным в результате биосинтеза, а большая часть токсичных веществ расщепляется на составные химические элементы. В фитомассе высшей водной растительности не происходит избыточного накопления опасных количеств вредных веществ. Выросшая зеленая масса после сбора может быть использована на корм животным, птицам, для изготовления бумаги и биоудобрений, переработки на газ и жидкое топливо [3-5]. Очистку почв и вод с помощью высшей растительности (ВВР) можно считать самым эффективным и дешевым методом, так как, по оценкам специалистов, на сегодняшний день затраты на фиторемедиацию обычно не превышают 20% от стоимости альтернативных технологий [6].

Целью настоящей работы явилось изучение возможности извлечения тяжелых металлов (ТМ: кадмий, медь, цинк) из поверхностных и почвенных вод методом фиторемедиации с помощью растения ряски малой (*Lemna minor*).

#### *Экспериментальные данные и их обсуждение*

При разработке технологии очистки почвы и воды от ионов тяжелых металлов (ИТМ) с помощью растений необходимо владение закономерностями динамики накопления ИТМ растениями. Это позволит оптимизировать последовательность высадки растений и изъятия их из почвы или воды при достижении максимального накопления ТМ. Некоторые растения проявляют значительную устойчивость к кратковременным вспышкам загрязнений и могут накапливать химические элементы в тканях в больших количествах без видимых функциональных изменений [3]. Все это предопределяет необходимость изучения их накопительной способности, что соответственно сопровождается снижением концентрации ИТМ в изучаемых объектах окружающей среды. Важно определить жизнестойкость растения при извлечении ИТМ из растворов с различной концентрацией металлов.

Все исследования проведены при комнатной температуре  $23 \pm 1^\circ\text{C}$ .

В качестве объектов исследования в работе были выбраны модельные растворы на основе отстоянной водопроводной воды, содержащей катионы: меди (II), цинка (II) и кадмия (II) концентрации 1000 мг/л. В качестве фитосорбентов использовали ВВР ряску.

Растения одинакового срока вызревания и одинаковой массы высаживались в модельные растворы и после их выдержки в течение определенного времени проводили измерение остаточных концентраций ионов тяжелых металлов в растворах. Определение концентраций различных металлов в растворах проводили с помощью роботизированного комплекса «Экспертиза-ВА-2D», на основе анализатора «Экотест – ВА» и автоамплера 2D – 24 с электродом «3 в 1» в комплекте с компьютером. Использо-



вали метод инверсионной хроновольтамперометрии и метод добавок стандартного раствора исследуемого металла.

Полученные результаты изменения массовой концентрации ионов тяжелых металлов в зависимости от времени пребывания в растворе растения ряска приведены в таблице. Анализ полученных данных указывает, что наибольшее изменение исходной концентрации, что соответствует наибольшей скорости удаления тяжелых металлов, наблюдается в первые часы пребывания растения в модельных растворах. При этом были получены очень интересные результаты, свидетельствующие о предельном накоплении, а точнее, о сбросе избыточного количества накопленных тяжелых металлов ряской в раствор по истечении определенного времени для каждого металла.

Изменение массовой концентрации (С) ИТМ и скорости их удаления (V) из растворов  $\text{MeSO}_4$  в зависимости от времени пребывания (t) в растворе биосорбентов (начальная концентрация ИТМ 1000 мг/л)

t, ч (сутки)	$\text{Cu}^{2+}$		$\text{Zn}^{2+}$		$\text{Cd}^{2+}$	
	C, мг/л	V, мг/ч	C, мг/л	V, мг/ч	C, мг/л	V, мг/ч
1	728,4	371,6	817,5	182,5	836,8	163,2
5	601,3	119,7	703,4	59,3	502,3	99,6
24 (1)	318,2	28,5	439,6	23,4	307,2	28,9
144 (6)	203,5	6,3	230,4	5,3	108,6	6,2
288 (12)	102,4	3,4	56,8	3,3	207,7	-0,7
432 (18)	206,2	-1,2	184,3	-0,9	298,0	-0,7
576 (24)	393,4	-1,3	354,6	-1,2	364,3	-0,4

Так, после выдержки растения в течение 10-12 суток концентрация ионов  $\text{Cu}^{2+}$  в растворе перестала уменьшаться, а на 18 сутки даже увеличилась, и далее наблюдался только привнос ионов меди в раствор. Аналогичные результаты были получены для  $\text{Zn}^{2+}$ . В случае кадмия предельное накопление достигалось на ~ 7 дней ранее.

В период сброса растениями накопленной избыточной концентрации ИТМ наблюдалось изменение внешнего вида растения. Оно стало нежизнеспособным, угнетенным, на поверхности появился белый, плесневелый налет, листья покрылись слизью, увеличились в объеме и приобрели «мокрый» вид, то есть в структуру фитомассы активно сорбировалась вода. Одновременно изменялся окрас листа от зеленого (в начальный период) до болотного-белого цвета. Примерно на 18-20 день растение погибало, отторгая ~ 30% сорбированных металлов.

Установлено, что в начальный период, ~ через 1-5 часов, растение извлекает наибольшее количество меди. С течением времени скорости извлечения (удаления) металлов ряской выравниваются (таблица). По истечении суток удаление всех металлов резко тормозится и составляет не более 20-30 мг/ч. При этом следует отметить, что наиболее высокой после 6 дней становится скорость извлечения самого токсичного компо-

нента – кадмия. При более длительных временах пребывания ряски в растворах механизм процесса менялся. По истечении ~ 12 суток именно для кадмия наблюдается наиболее активный выброс металла в раствор (вывод из растения). Далее этот процесс протекал примерно с постоянной скоростью вплоть до гибели растения.

*Заключение.* Анализ полученных данных показал, что несмотря на чрезвычайно высокие (залповые) концентрации тяжелых металлов Cu, Zn и Cd, ряска способна к их извлечению и накоплению в фитомассе. Скорость и степень удаления металлов неодинаковы и зависят от природы фитосорбента, природы и концентрации извлекаемого металла. В начальный период с наиболее высокой скоростью происходит извлечение меди, но с течением времени увеличивается скорость извлечения Cd, а с наименьшей скоростью извлекается медь. Установлено, что даже в случае гибели растения удерживают до ~ 30% извлеченных ионов металлов. Рекомендуется изъятие погибших и высадку новых растений производить по истечении 10-12 дней, прежде чем начнется процесс отторжения растениями ТМ.

### Литература

1. Родионов А.И. Технологические процессы экологической безопасности / А.И. Родионов, В.Н. Клушин, В.Г. Систер. М.: Высш. шк., 2008. 800 с.
2. Никитин Д.П. Окружающая среда и человек / Д.П. Никитин, Ю.В. Новиков. М.: Высш. шк., 1986. 157 с.
3. Кравец В.В. Высшая водная растительность как элемент очистки сточных вод / В.В. Кравец, Л.Б. Бухгалтер, А.П. Акользин // Экология и промышленность России. 1999. Август. С. 20–23.
4. Ольшанская Л.Н. Применение фиторемедиационных технологий в очистке вод от тяжелых металлов / Л.Н. Ольшанская, Н.А. Собгайда // Бъдещите изследвания: материали за 10-а международна научна практична конференция, гр. София 17–25 февруари 2014. София: «БялГРАД- БГ» ООД, 2014. Т. 39. Есология. С. 3–7.
5. Ольшанская Л.Н. Фиторемедиация металлов из вод. Влияние внешних физических полей на ускорение процессов фиторемедиации: монография / Л.Н. Ольшанская, Н.А. Собгайда. Berlin (Germany): LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 156 с.
6. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России / В.Ф. Протасов. М.: Финансы и статистика, 2000. С. 116–119.

**Е.В. Плешакова, А.Ю. Беляков, В.А. Амангалиева**

Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ БУРОВЫХ ШЛАМОВ, НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ИХ ЭКОЛОГО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ**

В ходе бурения нефтяных и газовых скважин образуются высокотоксичные буровые шламы, содержащие углеводороды, поверхностно-

активные вещества, тяжелые металлы (ТМ), соли, полимерные добавки и другие загрязнители [1, 2]. Существующие технологии обезвреживания буровых отходов являются дорогостоящими, энерго- и трудозатратными, не всегда способствуют образованию экологически безопасных соединений [3]. В этой связи актуальной является возможность использования микроорганизмов-деструкторов, способных расти и проявлять активную биохимическую деятельность в условиях комплексного загрязнения. Использование биотехнологического метода для детоксикации буровых шламов нередко лимитируется экстремальными экологическими условиями для микроорганизмов-деструкторов: повышенной щелочностью шламов (рН более 8), связанной с присутствием в их составе извести и каустической соды, и повышенной минерализацией (до 15%), обусловленной использованием солей в составе буровых растворов и разбуриванием соленых отложений [4]. Целью настоящей работы явился поиск новых штаммов бактерий для утилизации отходов бурения, устойчивых к условиям комплексного токсического воздействия компонентов буровых шламов, и в то же время способных обеспечить значительную степень детоксикации реагентов, входящих в состав шламов.

Микроорганизмы выделяли из двух образцов буровых шламов, отобранных в процессе строительства нефтяных скважин Восточной Сибири, особенностью которых являлась холодная геология продуктивных пластов, аномально низкие пластовые давления и высокое содержание NaCl. Оба образца имели повышенное значение рН (рН 9) и высокую степень минерализации (15%). Было изолировано 7 чистых микробных культур, которые по совокупности изученных культурально-морфологических, физиолого-биохимических признаков и результатов молекулярного типирования были идентифицированы нами как: *Bacillus circulans* НШ; *B. firmus* ОБР 1.1; *B. firmus* ОБР 3.1; *Solibacillus silvestris* ОБР 3.2; *B. circulans* ОБР 3.3; *Halomonas* sp. ОБР 1 и *Erwinia rhapontici* ОБР 4.1. Было показано, что все бактерии обладали способностью к росту на минеральной агаризованной среде, содержащей в качестве единственного источника углерода и энергии: буровой раствор на основе минерального масла, сырую нефть, вазелиновое масло, дизельное топливо. На среде с *n*-алканами (гексан, гептан, октан, декан, гексадекан) и ароматическими углеводородами (бензол, толуол, ксилол, кумол, нитробензол) микроорганизмы росли с различной интенсивностью. Несколько культур (*B. firmus* ОБР 1.1, *B. firmus* ОБР 3.1, *B. circulans* ОБР 3.3 и *B. circulans* НШ) активно использовали для роста все тестируемые нами нефтепродукты и индивидуальные углеводороды. Степень деструкции нефти (0,4%) бактериями составляла 28-40% за 10 сут. культивирования в жидкой минеральной среде М9. Максимальная деструктивная активность по отношению к нефти наблюдалась у бактерий *B. firmus* ОБР 3.1 и *B. circulans* НШ (38%), а также у *Halomonas* sp. ОБР 1 – 40%. По отношению к дизельному топливу деструктивную активность проявили *B. circulans* ОБР

3.3 (35,5%) и *B. circulans* НШ (25%). Степень деградации минерального масла *B. firmus* ОБР 3.1 и *B. circulans* НШ составила 39 и 35%.

Было обнаружено, что все исследованные бактерии проявили высокую эмульгирующую активность по отношению к нефти. Эндогенная активность через 24 ч составила у разных культур 55-97%, максимальная активность обнаруживалась у *B. firmus* ОБР 3.1, через 48 ч эмульгирующая активность составляла 56–90%. Экзогенная эмульгирующая активность через 24 ч составила 48–87%, через 48 ч – 40–85%. Микробный штамм *Halomonas* sp. ОБР 1 отличался высокими показателями как экзогенной, так и эндогенной эмульгирующей активности по отношению к нефти. По отношению к дизельному топливу все изученные культуры обнаружили сходную эндогенную и экзогенную эмульгирующую активность, порядка 40% через 24 и 48 ч. Установлено, что все исследованные микроорганизмы хорошо росли на питательной среде с  $\text{Ni}^{2+}$  (8–38 мг/л),  $\text{Fe}^{2+}$  (7-37 мг/л) и  $\text{Pb}^{2+}$  (25-375 мг/л), что свидетельствует о наличии перекрестной устойчивости бактерий к данным ТМ. *S. silvestris* ОБР 3.2 отличался от других микроорганизмов отчетливым ростом на среде с повышенным содержанием  $\text{Cu}^{2+}$  (142 и 189 мг/л) и  $\text{Cd}^{2+}$  (43 и 61 мг/л). Низкие концентрации  $\text{Cd}^{2+}$  в среде (12 и 24 мг/л) не влияли на рост изученных бактерий, а более высокие (43 и 61 мг/л) подавляли их рост, за исключением *S. silvestris* ОБР 3.2, *B. circulans* 3.1 и *B. circulans* НШ, которые были устойчивы к действию данного металла в различных дозах.

У всех исследованных бактерий был обнаружен заметный рост в МПБ при pH 8. Микробный штамм *B. circulans* НШ хорошо рос при pH 9 и 10, при pH 11 рост штамма был слабым. Штамм *B. firmus* ОБР 1.1 отличался значительным ростом при pH 9, при pH 10 и 11 его рост был слабым. Установлено, что все исследованные микроорганизмы хорошо росли в МПБ с 3,5 и 6,5% содержанием NaCl. При 10% концентрации NaCl наблюдался заметный рост у 4 микробных штаммов. *S. silvestris* ОБР 3.2 и *B. circulans* НШ характеризовались интенсивным ростом в питательной среде с 12 и 15%-ной концентрацией NaCl. Таким образом, показано, что все выделенные нами из буровых шламов бактерии обладают оригинальными эколого-функциональными свойствами, они характеризуются высокой эмульгирующей и деструктивной активностью по отношению к нефтепродуктам, полирезистентны к действию ТМ, а также адаптированы к условиям повышенной минерализации и щелочности среды.

По результатам газохроматографического анализа степень деструкции нефти (1%) в жидкой минеральной среде *B. circulans* НШ и *S. silvestris* ОБР 3.2 в экстремальных условиях (pH 9; 15% NaCl) составила 47 и 33%, соответственно, что было сравнимо с деструктивной активностью, проявленной данными бактериями в обычных условиях (46 и 32%). Бактерии деградировали лигроиновую ( $\text{C}_{12}$ – $\text{C}_{14}$ ), керосиновую ( $\text{C}_{12}$ – $\text{C}_{18}$ ) и газойлевую ( $\text{C}_{19}$ – $\text{C}_{28}$ ) фракцию нефти. *S. silvestris* ОБР 3.2 в равной степени осуществ-

лял деструкцию всех оцениваемых фракций нефти (21–39%). *B. circulans* НШ в наибольшей степени проявлял деструктивную активность по отношению к газойлевой фракции, разрушая углеводороды на 60%, особенно, углеводороды C<sub>24</sub>-C<sub>28</sub>, деструкция лигроиновой и керосиновой фракции происходила на 48 и 45%. Максимальная степень деструкции нефти в условиях повышенной солености и щелочности среды наблюдалась у модельной ассоциации бактерий: *B. circulans* НШ + *Dietzia maris* АМЗ. Через 10 сут. культивирования общее содержание углеводородов снизилось на 59% по сравнению с контролем. Деструктивная активность ассоциации была на 20 и 12% выше, чем активность индивидуальных штаммов *D. maris* АМЗ и *B. circulans* НШ, выращенных в аналогичных условиях. Итак, полученные данные показали, что в экстремальных экологических условиях бактерии *B. circulans* НШ и *S. silvestris* ОБР 3.2 могут эффективно осуществлять деградацию нефтяных углеводородов не только самостоятельно, но и в комбинации с нефтеокисляющим штаммом *D. maris* АМЗ.

### Литература

1. Балаба В.И. Обеспечение экологической безопасности строительства скважин на море / В.И. Балаба // Бурение и нефть. 2004. №1. С. 18–21.
2. Curtis G.W. Can synthetic based muds be designed to enhance soil quality? / G.W. Curtis // Abstr. of National drilling conference on “Drilling Technology”, Houston, Texas, USA, 2001. P. 55–56.
3. Абалаков Д.А. Геоэкология кустового безамбарного бурения нефтегазовых месторождений / Д.А. Абалаков, В.П. Половкин, А.Г. Вахромеев. Иркутск: Арт-Пресс, 2003. 334 с.
4. Рязанов Я.А. Энциклопедия по буровым растворам / Я.А. Рязанов. Оренбург: Летопись, 2005. 664 с.

**Н.Г. Синявина, Л.М. Аникина, Г.В. Мирская**

Агрофизический научно-исследовательский институт, г. Санкт-Петербург

### **ПЕРВИЧНЫЙ ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАСТЕНИЙ В РЕГУЛИРУЕМОЙ АГРОЭКОСИСТЕМЕ**

Изучение закономерностей преобразования материнской породы в корнеобитаемый слой почвы под влиянием растений и сопутствующих микроорганизмов имеет большое значение как для сохранения ныне существующих почвенных угодий, так и для восстановления растительного покрова и почвенного плодородия на антропогенно нарушенных территориях. Проведение такого рода исследований в природе требует значительных временных и материальных затрат. Регулируемая агроэкосистема дает исследователю уникальную возможность круглогодичного выращивания

растений, что, в свою очередь, позволяет изучать трансформацию корнеобитаемых сред и связанные с ней первичные почвообразовательные процессы в значительно более короткие сроки [1].

Нами были выполнены комплексные исследования закономерностей биогенной трансформации корнеобитаемой среды (КС) на основе исходно абиогенной материнской породы – синей кембрийской глины (Ленинградская обл.) при длительном выращивании на ней растений яровой мягкой пшеницы и фасоли в вариантах монокультуры, смешанного посева и севооборота методом малообъемной агрегатопоники (на одно растение приходилось по 0,8 литра КС). Исследования проводились в условиях регулируемой агроэкосистемы (РАЭС) на базе Отдела светофизиологии растений и биопродуктивности агроэкосистем ФБГНУ АФИ. В качестве источников света использовали лампы ДНаТ-400, освещенность составляла  $80 \pm 10 \text{ Вт/м}^2$  в области ФАР при 16-часовом фотопериоде, температуру поддерживали на уровне 23–25°C днем и 18–20°C ночью. Для полива растений использовали отстоянную водопроводную воду, для подкормок – питательный раствор Кнопа.

Было показано, что при интенсивном круглогодичном выращивании растений кембрийская глина за довольно короткий промежуток времени претерпевала значительные изменения, связанные с накоплением органического вещества, формированием микробиотического комплекса, изменением физико-химических свойств.

В исходной кембрийской глине содержание валового углерода составляло 60-65 мг/100 г абс. сухой глины. После третьей вегетации растений оно достигало 100-160 мг, максимум наблюдали после шестой вегетации – 170-230 мг, после десятой вегетации его количество несколько снизилось – до 150-190 мг/100 г. Численность микроорганизмов всех исследованных групп (бактерии, использующие органические и минеральные формы азота, грибы, актиномицеты, олигонитрофильные и гумусоразлагающие бактерии) также резко возростала уже после первой вегетации растений, достигала максимума в 5–7 вегетациях, затем количество быстрорастущих бактерий и грибов начинало постепенно снижаться, при этом наблюдалось увеличение числа гумусоразлагающих и споровых бактерий и аэробных целлюлозоразлагающих микроорганизмов [2]. Данные по динамике численности различных групп микроорганизмов хорошо согласуются с данными по содержанию валового углерода и свидетельствуют о том, что на ранних этапах развития системы «корнеобитаемая среда – растение» происходит активное накопление в КС легкодоступных для микроорганизмов форм органического вещества, а на более поздних сроках использования почвозаменителя процессы трансформации (минерализация и гумификация) преобладают над процессами поступления корневых остатков и метаболитов. Косвенным подтверждением этому служило изменение ин-

тенсивности дыхания (выделения  $\text{CO}_2$ ) и продуцирования  $\text{N}_2\text{O}$ , имеющее в целом тот же характер, что и накопление валового углерода в КС.

Было выявлено изменение механического и микроагрегатного состава КС при выращивании растений. Наблюдалось увеличение содержания илистых частиц ( $<0,001$  мм) и крупной пыли (0,05-0,01 мм) наряду с уменьшением содержания фракций песка и мелкой пыли. Увеличение содержания илистых частиц и накопление органического вещества в КС способствовало образованию микроагрегатов и повышению степени оструктуренности почвозаменителя, росту удельной поверхности КС в среднем на 25% по сравнению с исходной кембрийской глиной, повышению водопрочности агрегатов.

Интенсивность процессов трансформации КС зависела от вида растений и способа культивирования (монокультура, смешанный посев, севооборот). Наименьшие изменения свойств КС наблюдались в варианте, где выращивали в монокультуре растения яровой пшеницы. В этом же варианте после 12 вегетаций растений отмечена наиболее высокая аллелопатическая активность почвозаменителя по отношению к тест-объекту кресс-салата, выражающаяся в подавлении всхожести семян и роста проростков, и по отношению к самой пшенице (так, сухая масса 24-суточных растений пшеницы была вдвое меньше, чем у растений, выращенных на исходной кембрийской глине). В прочих вариантах, где выращивали фасоль в монокультуре, совместно или попеременно с пшеницей, аллелопатическая активность КС была значительно ниже.

Таким образом, изменение свойств кембрийской глины в РАЭС под воздействием растений и сопутствующих микроорганизмов происходило подобно процессам первичного почвообразования, описанным в литературных источниках, посвященных эволюции почв на отвалах горных пород в природных условиях [3–5]. Данное обстоятельство служит подтверждением тому, что биогенная трансформация КС в естественных и регулируемых условиях имеет однонаправленный характер, что, в свою очередь, позволяет использовать РАЭС для дальнейшего исследования почвообразовательных процессов и приемов управления ими.

### Литература

1. Динамическая модель процессов, сопряженных с формированием почвоподобных тел при интенсивном выращивании растений в регулируемой агроэкосистеме / Ермаков Е.И., Мухоморов В.К., Аникина Л.М., Степанова О.А. // Регулируемая агроэкосистема в растениеводстве и экофизиологии: сб. АФИ. СПб.: Изд-во АФИ, 2007. С. 119-146.
2. Формирование микробиотического комплекса при моделировании процессов первичного почвообразования в регулируемой агроэкосистеме / Синявина Н.Г., Аникина Л.М., Ермаков Е.И., Макарова Г.А., Кочетов А.А., Мирская Г.В. // Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования: матер. докл. III Всерос. конф. / Нижний Тагил, 2010. Ч. II. С. 208-209.
3. Экология и рекультивация техногенных ландшафтов / Гаджиев В.М., Курачев В.М., Рагим-заде Ф.К. и др. Новосибирск: Наука, 1992. 305 с.

4. Андроханов В.А. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция / В.А. Андроханов, Е.Д. Куляпина, В.М. Курачев. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 151 с.
5. Богородская А.В. Процессы первичного почвообразования в техногенных экосистемах на отвалах Бородинского бурогольного месторождения (Восточная КАТЭК) / А.В. Богородская, О.В. Трефилова, А.С. Шишкин // Вестник Томского гос. ун-та. 2004. № 382. С. 214-220.

**О.В. Титоренко, Л.Н. Ольшанская, Ю.В. Еремеева, К.А. Новикова**

Энгельсский технологический институт (филиал) Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

### **ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ**

Непосредственное воздействие нефти на растительный покров выражается в том, что замедляется рост растений, нарушаются функции фотосинтеза и дыхания, отмечаются различные морфологические нарушения, сильно страдают корневая система, листья, стебли и репродуктивные органы. Оперативную информацию о фитотоксичности загрязненной почвы можно получить, используя в качестве тест-объектов семена и проростки растений. Часто используют семена редиса, кресс-салата, кукурузы, зерновых. Методы ликвидации нефтяных загрязнений почвы: механические (обвалка загрязнения, откачка нефти в емкости; замена почвы); физико-химические (сжигание, предотвращение возгорания, промывка почвы, дренирование почвы, экстракция растворителями, сорбция, термическая десорбция); биологические (био- и фиторемедиация).

Растения находятся в тесном взаимодействии с микроорганизмами, заселяющими почву. Растительный организм в ходе фотосинтеза аккумулирует солнечную энергию в углеводах (сахарах). От 10 до 20% всей запасенной в процессе фотосинтеза энергии тратится растением на синтез и выделение веществ (сахара, спирты, органические кислоты) в прикорневую зону, что способствует развитию микроорганизмов. Поэтому непосредственно рядом с поверхностью корней в одном кубическом сантиметре содержится около 130 млрд. микроорганизмов, а на расстоянии 10 см их присутствие падает до 20 млрд. Важнейшим механизмом фиторемедиации почвы является биodeградация углеводородов нефти микроорганизмами, чье развитие стимулируется выделениями корней.

Нефть и нефтепродукты (НП) являются одними из распространенных и опасных загрязнителей окружающей среды. Отработанные нефтяные масла – существенный источник загрязнения окружающей среды, они опасны для почвы, водных источников и грунтовых вод. Огромный экологический ущерб наносит слив отработанных масел в почву и водоёмы, который, по



мнению зарубежных и российских ученых [1-4] превышает по объему аварийные сбросы и потери нефти при ее добыче, транспортировании и переработке. Загрязнение нефтепродуктами почвы сопровождается негативным воздействием на растения из-за изменения физико-химических свойств НП, главным образом из-за увеличения гидрофобности и заполнения ими почвенных капилляров и прямого токсического действия углеводородов нефти. В почвах происходит накопление микроскопических грибов, вызывающих заболевания растений, замедляется их рост, нарушаются функции фотосинтеза и дыхания, отмечаются различные морфологические нарушения, страдают корневая система, листья, стебли и репродуктивные органы [5].

В ходе исследований установлено, что наилучшая всхожесть в более ранние сроки (7 и 14 дней) и наибольшая продолжительность роста (21...28 дней) наблюдались у фасоли и сои при концентрациях НП 1 и 5 г/кг. Для салата лучшие параметры были реализованы в контроле (таблица). Это согласуется с результатами ранее проведенных работ, показавших, что наиболее высоким потенциалом для фиторемедиации загрязненных нефтью и продуктами ее переработки почв обладают бобовые: соя, фасоль, бобы кормовые и сорго. Способность этих культур произрастать на загрязненной почве, сохраняя высокую продуктивность, а также способствовать значительному (до 50%) снижению содержания в ней нефти свидетельствует о перспективности культур для фиторемедиации.

Влияние концентрации нефтепродукта на рост и развитие растений  
при действии ПМП (6 ч)

Фасоль: высота растения, мм					Фасоль: длина листа, мм			
Дни	К*	1 г/кг	5 г/кг	25 г/кг	К*	1 г/кг	5 г/кг	25 г/кг
7	231	230	220	170	40	20	25	20
14	314	290	320	320	46	43	49	35
21	389	348	380	360	54	51	55	38
28	516	408	397	365	61	56	58	47
Салат: высота растения, мм					Салат: длина листа, мм			
7	57	43	35	30	9	5	4	4
14	75	51	45	39	11	7	6	5
21	81	57	51	48	13	11	7	
28	84	64	некроз		16	14	12	некроз

При концентрации НП 100 г/кг растения не взошли.

Всхожесть салата при совместном воздействии НП и магнитного поля в почве уменьшалась, а высота растений и длина листа были наибольшими при концентрации 1 г/кг. Воздействие ПМП при облучении семян растений оказало наибольшее влияние на всхожесть фасоли и сои. УФ-облучение усилило активность всхожести листового салата. Следует отметить, что ростовые параметры для всех растений при воздействии физических полей оказались хуже, чем в контроле (без НП и ВФП), но несколько выше, чем при воздействии только нефтепродукта.

## Литература

1. Dominguez-Rosado E. Phytoremediation of soil contaminated with used motor oil: II. Greenhouse studies / E. Dominguez-Rosado, J. Pichtel // *Environmental Engineering Science*. 2004. № 2. P. 169–180.
2. Meagher, R.B. Phytoremediation of toxic elemental and organic pollutants / R.B. Meagher // *Curr Opin Plant Biol*. 1999. № 3. P. 519–524.
3. Давыдова С.Л. Загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами: учеб. пос. / С.Л. Давыдова, В.И. Тагасов. М.: Изд-во РУДН, 2006. 156 с.
4. Влияние различных фракций нефти на морфологические параметры растений / А.У. Исаев, А.А. Ишибаев, А.К. Саданов, Л.А. Акынова // *Теоретическая и прикладная экология*. 2007. № 2. С. 51–54.

**Ю.А. Филиппьева, Е.М. Шумилова, А.В. Шелудько, Е.И. Кацы**

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов Российской академии наук, г. Саратов

### **БИОПОЛИМЕРЫ МАТРИКСА, СТАБИЛИЗИРУЮЩИЕ БИОПЛЕНКИ БАКТЕРИЙ *AZOSPIRILLUM BRASILENSE***

Известно, что бактерии существуют в природных экосистемах преимущественно в виде биопленок. Бактериальная биопленка является пространственно и метаболически структурированным сообществом микроорганизмов, заключенных в матрикс, прикрепленных друг к другу и к поверхности раздела фаз [1, 2]. Азоспириллы – широко распространенные почвенные альфапротеобактерии, способные к продукции физиологически активных веществ, азотфиксации, биоконтролю фитопатогенов, деструкции многих поллютантов и др., что делает их перспективными для использования в качестве биоудобрений и в процессе фиторемедиации почв [3, 4].

Биопленки азоспирилл остаются очень мало изученными. В частности, необходимо исследовать структуру и функции компонентов их матрикса. Матрикс, по-видимому, играющий важную роль в повышении устойчивости биопленок к неблагоприятным факторам среды, может быть сформирован смесью экзополисахаридов, гликопротеинов и других белков, гликолипидов и нуклеиновых кислот. У разных видов бактерий состав матрикса различается. Знания механизмов устойчивости могут быть использованы для увеличения активности биопленок в процессах очистки природных сред от загрязнения. Поэтому целью данной работы было сравнение участия разных макромолекул в стабилизации биопленок, формируемых бактериями штамма *A. brasilense* Sp245 и его инсерционными мутантами с дефектами в строении и образовании полярного (Fla) и латеральных (Laf) жгутиков.

В работе был использован штамм *A. brasilense* Sp245 [5] и его мутанты Fla<sup>–</sup> Laf<sup>–</sup> Sp245.1063 (*flhB1::Omegon-Km*), leaky Fla<sup>–</sup> SK039 (*mmsB1::Omegon-Km*) и leaky Fla<sup>–</sup> Laf<sup>–</sup> Sp245.1610 (*fabG1::Omegon-Km*) [6–

8]. Гены *flhB1*, *mmsB1* и *fabG1* штамма Sp245 кодируют компонент экспортной жгутиковой поры, 3-гидроксиизобутиратдегидрогеназу и 3-оксоацил-[ацил-переносающий белок]-редуктазу, соответственно [7, 8].

При культивировании в богатой среде Luria-Bertani (LB) состав матрикса биопленок, формируемых на гидрофильной (стекло) и гидрофобной (полистирол) поверхностях, различался. Окисление периодатом натрия, приводящее к модификации и частичному гидролизу гликополимеров биопленок штаммов Sp245, Sp245.1063, Sp245.1610 и SK039, сформированных на стекле, приводило к снижению биомассы биопленок на 40.0, 62.3, 67.5 и 75.3%, соответственно. В сходных условиях на полистироле устойчивость биопленок перечисленных штаммов к периодатному окислению была выше: биомасса биопленок штаммов Sp245, Sp245.1063, Sp245.1610 и SK039 снижалась лишь на 20.9, 15.6, 28.7 и 28.4%, соответственно. Разрушение проназой белковых структур биопленок, сформированных на стекле, вызывало снижение их биомассы на 22.2, 33.1, 42.1 и 32.0%, на полистироле – на 65.0, 33.2, 68.7 и 28.3% у штаммов Sp245, Sp245.1063, Sp245.1610 и SK039, соответственно. При обработке биопленок азоспирилл трипсином, расщепляющим пептидные связи между остатками лизина и аргинина, были получены схожие результаты (например, в случае штаммов Sp245 и Sp245.1610 снижение биомассы биопленок составило 17.3 и 39.6%, соответственно). Устойчивость биопленок всех исследованных штаммов к действию различных реагентов, разрушающих или модифицирующих биополимеры, при культивировании на бедной малатно-солевой среде (MSM) оказалась примерно одинаковой на стекле и полистироле. Так, после обработки проназой биопленок, сформированных на стекле, их биомасса снижалась на 21.4–31.2%, на полистироле – на 25.4–35.2%. Исключение из состава MSM источника азота не влияло на чувствительность к действию проназы биопленок, сформированных на стекле, однако биомасса биопленок штаммов Sp245 и Sp245.1610, сформированных на полистироле, снижалась в большей степени (на 72.6 и 54.7%). Сравнительный биохимический анализ биопленок штамма Sp245 и его мутантов показал, что в матриксе биопленок всех штаммов присутствует ДНК независимо от условий культивирования.

Таким образом, исследованные биополимеры матрикса участвуют в стабилизации биопленок бактерий штамма *A. brasilense* Sp245 и его инсерционных мутантов по генам *flhB1*, *fabG1* и *mmsB1*, но их относительный вклад зависит от среды культивирования и свойств поверхности, на которой происходит формирование биопленки. Биопленки, образующиеся как на гидрофобной, так и на гидрофильной поверхности при культивировании дикого и мутантных штаммов азоспирилл на бедной среде MSM, менее подвержены действию реагентов, разрушающих или модифицирующих биополимеры матрикса. В стабилизации биопленок всех изученных штаммов, образующихся на гидрофильной поверхности при выращивании бак-

терий в богатой среде LB, значительную роль, по-видимому, играет углеводсодержащая часть матрикса. В формировании биопленок при тех же условиях на гидрофобной поверхности наблюдаются межштаммовые различия: влияние белковых структур на стабилизацию биопленок более выражено у штамма *A. brasilense* Sp245 и его *flhB1* мутанта Sp245.1610.

### Литература

1. N. Living on a surface: swarming and biofilm formation / Verstraeten N., Braeken K., Debkumari B., Fauvart M., Fransaer J., Vermant J., Michiels J. // Trends Microbiol. 2008. V. 16. № 10. P. 496-506.
2. Abiotic surface sensing and biofilm-dependent regulation of gene expression in *Escherichia coli* / Pringent-Combaret C., Vidal O., Dorel C., Lejeune P. // J. Bacteriol. 1999. V. 181. № 19. P. 5993-6002.
3. Lugtenberg, B. Plant-growth-promoting rhizobacteria / B. Lugtenberg, F. Kamilova // Annu. Rev. Microbiol. 2009. V. 63. P. 541-556.
4. Berg, G. Plant-microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture / G. Berg // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2009. V. 84. № 1. P. 11-18.
5. Baldani, V.L.D. Effects of *Azospirillum* inoculation on root infection and nitrogen incorporation in wheat / V.L.D. Baldani, J.I. Baldani, J. Döbereiner // Can. J. Microbiol. 1983. V. 29. № 8. P. 924-929.
6. Novel classes of *Azospirillum brasilense* mutants with defects in the assembly and functioning of polar and lateral flagella / A.V. Scheludko, E.I. Katsy, N.A. Ostudin, O.K. Gringauz, V.I. Panasencko // Мол. генет. микробиол. вирусол. 1998. № 4. С. 33-37.
7. Инсерция транспозона в хромосомную копию гена *flhB* сопровождается дефектами в образовании полярного и латеральных жгутиков у бактерий *Azospirillum brasilense* Sp245 / Е.А. Ковтунов, Л.П. Петрова, А.В. Шелудько, Е.И. Кацы // Генетика. 2013. Т. 49. № 8. С. 1013-1016.
8. Мутанты бактерии *Azospirillum brasilense* Sp245 со вставкой омегона в генах липидного метаболизма *tmsB* или *fabG* дефектны по подвижности и жгутикованию / Ковтунов Е.А., Шелудько А.В., Чернышова М.П., Петрова Л.П., Кацы Е.И. // Генетика. 2013. Т. 49. № 11. С. 1270-1275.

**Е.В. Шаматульская**

Витебский государственный университет имени П.М. Машерова

### **АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ**

Белорусское Поозерье расположено на севере Республики Беларусь и простирается на юг до линии Сморгонь – Докшицы – Лепель – Сенно. Небольшим участком оно представлено также на крайнем западе-северо-западе в районе Гродно. В административном отношении это почти вся Витебская область, север и северо-запад Минской и Гродненской областей. Провинция занимает 18,7% территории Беларуси.

Современное состояние ландшафтов Белорусского Поозерья определяется видами их хозяйственного использования, как сложившимися исторически (добыча биоресурсов, выпас скота, сенокошение, земледелие), так и возникшими в прошлом веке (интенсивная разработка запасов торфа, доломита и строительных материалов). В процессах антропогенной трансформации важную роль играет уничтожение естественного растительного и почвенного покрова, уменьшение биоразнообразия, снижение плодородия почв, засоление, снижение продуктивности пастбищ, нарушение геологической основы ландшафтов, нерациональное использование биоресурсов и ресурсов рекреации, качественное изменение естественной структуры ландшафта при застройке, прокладке коммуникаций, масштабной добыче полезных ископаемых. В последнее десятилетие отрицательное воздействие на ландшафты оказывает аэротехногенное загрязнение.

По мнению Ф.Н. Милькова, «антропогенными ландшафтами следует считать как заново созданные человеком ландшафты, так и все те природные комплексы, в которых коренному изменению под влиянием человека подвергся любой из этих компонентов, в том числе и растительность с животным миром». А нарушенным ландшафтом именуется такой тип антропогенного ландшафта, который возникает как результат нерационального и неправильного использования природных ресурсов. Особенности структуры и формирования техногенного ландшафта, который также является одной из разновидностей антропогенного ландшафта, обусловлены производственной деятельностью, которая имеет неразрывную связь с применением мощных технических средств [1].

Для классификации антропогенных ландшафтов Белорусского Поозерья использованы методики Ф.Н. Милькова (1978), В.А. Дементьева (1968), Г.И. Марцинкевич (1984, 2011), О.Ф. Якушко (1983), Д.Д. Ставровского (1991) [1, 2].

В пределах Поозерской провинции представлены ландшафты пяти степеней трансформации – от минимально низкой до максимально высокой (рисунок). Минимальная и низкая степень трансформации земель, занимающих 12,6% площади провинции в совокупности, свойственна лесным и охраняемым ландшафтам. Крупные площади (более 34%) занимают ландшафты средней степени трансформации, представленные преимущественно сельскохозяйственно-лесными комплексами. Площадь ландшафтов с высокой и максимальной степенью трансформации, к которым относятся главным образом сельскохозяйственные комплексы, составляет 53,3%, они встречаются на всей территории, за исключением ее северной части.

Низкая степень антропогенной трансформации земель характерна преимущественно для лесных и охраняемых ландшафтов, средняя – для сельскохозяйственно-лесных, высокая – для агромелиорированных и сельскохозяйственных.

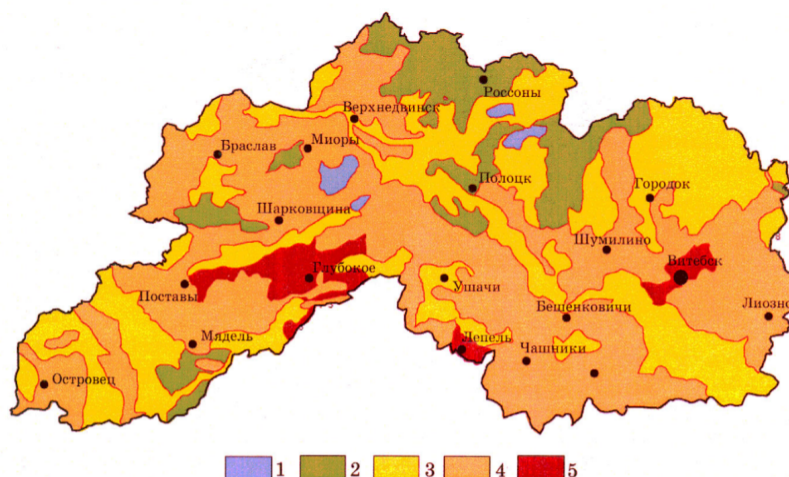


Рис. Оценка антропогенной трансформации ландшафтов  
Поозерской провинции:  
степень АТЛ: 1 – минимальная; 2 – низкая; 3 – средняя;  
4 – высокая; 5 – максимальная

Таким образом, изучение и анализ ландшафтов имеют фундаментальное значение для разработки генеральной стратегии поведения человека в его природном окружении в условиях экологической напряженности.

### Литература

1. Марцинкевич Г.И. Ландшафтоведение: учеб. пособие / Г.И. Марцинкевич, И.И. Счасная. Минск: ИВЦ Минфина, 2014. 288 с.
2. Ставровский Д.Д. Классификация и состояние природных ландшафтов Витебщины / Д.Д. Ставровский, В.М. Натаров, Л.А. Ставровская // Сохранение биологического разнообразия Белорусского Поозерья: тез. докл. регион. науч.-практ. конф. Витебск, 25–26 апр. 1996 г. Витебск, 1996. С. 104-105.

**О.Н. Шевердяев, А.С. Приб<sup>1</sup>**

Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ);

<sup>1</sup>ОАО «МОСГАЗ», г. Москва

### ПЕРЕРАБОТКА ЗОЛОШЛАКОВОЙ СМЕСИ ИЗ ЗОЛОТВАЛА

Известны различные способы переработки золошлаковых смесей из водного золоотвала [1–5]. В [2] рассмотрен способ переработки с извлечением микросфер и частиц несгоревшего углерода.

Золоотвал разделен дамбой на три карты, работающие с трехгодичным циклом. Первая карта предназначена для сброса транспортируемых водой золошлаковых отходов от сжигания угля, вторая карта – для осушки ЗШО, третья карта – для погрузки потребителям с возможностью проезда по ней автотранспортом и автоэкскаваторов. На следующий год ЗШО с во-

дой сбрасываются в третью карту, первая карта выводится на осушение, со второй карты ЗШО отбираются для реализации и т.д.

Зола с осушенной карты подается на ленточный конвейер с производительностью до 50 т/ч и далее на решетку для отделения крупных включений (мусора более 50 мм), которые ссыпаются в контейнер, а зола с размером частиц до 50 мм подается в емкость, где разбавляется водой до необходимой консистенции. Далее пульпа поступает в сортировочный грохот для отделения частиц золы размером менее 2 мм от более крупных фракций. Крупные частицы золы размером 2-50 мм сбрасываются с сетки грохота в контейнер; эта зола может быть использована для засыпки котлованов, оврагов. Частицы золы размером до 2 мм поступают в емкость-накопитель, куда подается вода. Пульпа из накопителя перекачивается насосом в мультициклон, где под влиянием центробежных сил происходит отделение большей части легких микросфер и частиц недожога угля от более тяжелых частиц золы. Из верхней части мультициклонов пульпа с легкими частицами подается в накопитель и далее насосами по трубопроводам в уплотнитель.

Пульпа с золой и небольшой частью не уловленных в мультициклонах микросфер и частиц недожога угля подается в гидросортировщик для отделения от массы тяжелой золы более легких микросфер и частиц недожога угля. Из-за разности плотности растворов более тяжелые частицы золы оседают в воде, а более легкие микросферы и частицы недожога угля с водой подаются в накопитель, оттуда попадают с помощью насоса в гидроциклон для разделения. Далее микросферы подаются в сушилку и по ленточному конвейеру длиной 50 м поступают в контейнер для отгрузки потребителям. Частицы недожога угля подаются в вибросушилку и далее ленточным конвейером – в вагон для возврата в котлы для повторного сжигания.

Зола, отделенная в гидросортировщике от микросфер и частиц недожога, поступает в вибросушилку (основанную на принципе «кипящего слоя» – частицы золы переходят в псевдоожиженное состояние), далее подается конвейером в паровую барабанную сушилку для подсушки золы с 20-25% до 5% влаги; необходимая температура для сушки создается с помощью обогреваемых паром труб, размещенных внутри барабана. Из паровой сушилки сухая зола цепным конвейером подается в силос до 1000 м<sup>3</sup>, из которого загружается в автотранспорт или железнодорожные вагоны для отправки потребителям.

Предложен способ съема микросфер с поверхности водоема эжектором насосом [6]. При заборе верхнего слоя с микросферами с производительностью 50 м<sup>3</sup>/ч, в течение 30 дней можно получить более 1000 т микросфер. Насосной установкой производят забор водной суспензии с микросферами с поверхности золотвального водоема на расстоянии 30-100 мм от поверхности, далее водная суспензия подается на гидросепарацию, осуществляемую в трех последовательно установленных емкостях с разгрузочными отверстиями внизу. Водная суспензия золы из первой емкости

перемещается во вторую и далее в третью. Из последней емкости всплывшие микросферы извлекают, направляют на обезвоживание в емкость из пористого материала с размером пор менее 20 мкм (меньше чем минимальный размер микросфер), далее сушка и в бункер.

Предложены технологические схемы, включающие разжижение золошлаковых отходов с помощью гидромонитора, их транспортировку с последующим разделением разжиженной смеси на два потока с учетом крупности частиц, отделение микросфер и частиц несгоревшего углерода, далее обезвоживание, сушка и подача каждой фракции на утилизацию [7-9]. Разжижение золошлаковых отходов может проводиться частью пульпы нового поступления с температурой 50-70°C, со скоростью подачи 20-40 м/с, при соотношении твердой и жидкой фаз 1:20. В [8] предложен способ утилизации микросфер. После гидросепарации водной суспензии золы проводят съем всплывающих микросфер эжекторным насосом с фильтрующей насадкой, далее их разделение по фракциям в многоступенчатом вращающемся барабанном классификаторе, обезвоживание микросфер в пористых контейнерах фильтрацией воды через отверстия диаметром менее 10 мкм, сушку микросфер в потоке разогретого воздуха во вращающемся барабане, высушенные микросферы направляют на рассев по фракциям в трехсекционные вращающиеся барабанные классификаторы.

Сообщается [9], что для выделения микросфер из водной суспензии летучей золы используют пенообразователь, частицы «недожога» удаляются флотацией, далее производится отстаивание, обезвоживание и сушка.

Внедрение единого непрерывного технологического процесса является основой для создания экологически чистой и безотходной угольной ТЭС. Необходимость ее создания подтверждается законом РФ «Об отходах производства и потребления»: в гл. V ст. 21 предусмотрено вовлечение отходов в хозяйственный оборот и экономическое стимулирование деятельности в обращении с отходами, а производитель должен компенсировать в виде серьезных налогов ущерб от загрязнения, влияющего на население, растительный и животный мир. Однако надо иметь в виду, что хозяйственный субъект будет вкладывать средства в охрану окружающей среды только в случае получения экономической выгоды.

### Литература

1. А. с. SU № 1486704 F23J1/02. 1987.
2. Применение новых технологий при переработке золошлаковых отходов на ТЭЦ-22 ОАО «Мосэнерго» / Козлов И.М., Чернышев Е.В., Кочуров С.Н. Ильин В.А., Бровкин Б.А. // Электрические станции. 2005. № 11. С. 22–26.
3. А.с. №1697885 А1. Способ переработки золошлаковых смесей тепловых электростанций / Кузин А.С., Шишкин Е.Ф. 1991.
4. Пат. США №4121945, №4652433.
5. Пат. RU №2257267 C2. Способ получения микросфер / Симановский Б.А. 2005.



6. Пат. RU №2236905 С2. Способ получения микросфер из летучей золы тепловых электростанций / Иванов В.В. Долгих Ф.А., Ершов С.В. 2004.
7. Пат. RU №2363885 С1. Способ и технологическая линия для переработки золошлаковых отходов из отвалов системы гидрозолоудаления тепловых электростанций / Ерихемзон-Логвинский, Нойбергер Н., Рахлин М.В., Жабо В.В., Целыковский Ю.К. 2009.
8. Пат. RU №2013410 Со4. Способ получения микросфер из водной суспензии летучей золы ТЭС. 1994.
9. Пат. RU №2296624 С2. Способ переработки золошлаковых отходов тепловых электростанций / Машурьян В.Н., Царев В.В. 2007.

**Е.М. Шумилова, Ю.А. Филипьевичева, Е.Г. Пономарева,  
Е.А. Ковтунов, Л.П. Петрова, А.В. Шелудько, Е.И. Кацы**

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов  
Российской академии наук, г. Саратов

### **УЧАСТИЕ ЖГУТИКОВ В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ БИОПЛЕНОВ БАКТЕРИЯМИ *AZOSPIRILLUM BRASILENSE***

Бактерии рода *Azospirillum* распространены практически во всех экологических нишах и способны к ассоциативному взаимодействию с широким кругом растений [1]. По-видимому, формирование данными бактериями биопленок – одна из стратегий, повышающих их выживание в окружающей среде [2]. Процессы агрегации клеток и формирования биопленок до конца не изучены. Некоторые авторы считают, что жгутики необходимы для формирования биопленок. Азоспириллы обладают двумя видами флагелл: полярным жгутиком (Fla), который необходим не только для активного плавания, но и для адсорбции на поверхности корней растений, и многочисленными латеральными жгутиками (Laf), синтезируемыми при повышенной плотности окружающей среды и, предположительно, участвующими в формировании макроколоний (агрегатов) бактерий [3]. Вероятно, активная флокуляция (агрегация) бактерий рода *Azospirillum* также способствует их прикреплению к корневой системе растений [4, 5].

В связи с вышесказанным целью работы было сравнительное исследование в разнообразных условиях культивирования процессов агрегации клеток и формирования биопленок штаммом *A. brasilense* Sp245, ранее выделенным из корней пшеницы [6], и его обездвиженными мутантами, несущими вставку искусственного транспозона Omegon-Km в генах *flhB1* (Fla<sup>-</sup> Laf<sup>-</sup> Sp245.1063), *mmsB1* (leaky Fla<sup>-</sup> SK039) или *fabG1* (leaky Fla<sup>-</sup> Laf<sup>-</sup> Sp245.1610) [7–9]. У штамма Sp245 ген *flhB* кодирует компонент аппарата экспорта флагеллярных белков, а гены *mmsB* или *fabG* – предполагаемые ферменты липидного метаболизма [8, 9].

Выявлено, что в статических условиях культивирования в начале стационарной фазы роста (на этапе прикрепления бактерий к твердой

поверхности) на жидкой богатой питательной среде Luria-Bertani (LB) показатель агрегации планктонных культур штаммов Sp245.1063, Sp245.1610 и SK039 был выше, чем у подвижного штамма Sp245. При этом скорость роста и биомасса биопленок всех штаммов были примерно одинаковы. Вероятно, активная агрегация бактерий уже в планктонной культуре способствовала их прикреплению к твердой поверхности, особенно в случае мутантов, имеющих дефекты в подвижности. По-видимому, клетки штамма Sp245 использовали Fla для адгезии.

Результаты фазово-контрастной микроскопии 18-ч жидких культур *A. brasilense* Sp245 и Sp245.1063 позволили оценить возможное участие полярного жгутика в обеспечении контактов между клетками. В жидкой среде подвижные клетки штамма Sp245 формировали небольшие агрегаты. В течение 10-15 мин число подобных агрегатов в зоне наибольшего сосредоточения подвижных клеток быстро увеличивалось. Клетки мутантного штамма, лишенные полярной флагеллы, не обладали способностью к подобной быстрой агрегации. Биопленки штамма Sp245 к 4-6-м суткам культивирования состояли из клеток, компактно примыкавших друг к другу; а биопленки, образуемые штаммом Sp245.1063, – из бактерий с разреженным расположением. При культивировании в жидкой бедной малатно-солевой среде (MSM) клетки всех исследованных штаммов агрегировали одинаково.

В условиях перемешивания (что позволяет повысить содержание кислорода в среде культивирования) агрегация клеток неподвижных мутантов по сравнению со штаммом Sp245 была выражена в меньшей степени. Так, к 18 ч культивирования на среде MSM для штаммов Sp245, Sp245.1063, Sp245.1610 и SK039 показатель агрегации клеток составил  $(36.8 \pm 7.9)\%$ ,  $(21.8 \pm 5.7)\%$ ,  $(5.8 \pm 0.6)\%$  и  $(8.2 \pm 1.4)\%$ , соответственно.

Выявлено, что на гидрофобной поверхности на границе раздела с жидкой средой LB у мутантов Sp245.1063, SK039 и Sp245.1610 снижена способность к образованию биопленок по сравнению со штаммом Sp245. На гидрофильной поверхности под LB Sp245.1063 и SK039 также формируют более тонкие биопленки, а количество биомассы в биопленках Sp245.1610 сопоставимо с таковым у штамма Sp245. На среде MSM количество биомассы в биопленках всех перечисленных мутантов выше, чем на LB, но снижено по сравнению со штаммом Sp245.

В условиях перемешивания среды культивирования толщина биопленок у мутантов Sp245.1063 и Sp245.1610 на 40–50% уступала уровню, характерному для стационарных условий. Вероятно, для устойчивости биопленок (например, в условиях гидродинамического сдвига), важно не только наличие жгутиков, но также их способность обеспечивать подвижность клеток.

Таким образом, одиночные мутации в генах *flhB1* (у Sp245.1063), *mmsB* (у SK039) и *fabG1* (у Sp245.1610) оказывают негативное влияние не

только на подвижность, но и на процесс формирования биопленок азоспирилл и существенно воздействуют на способность этих бактерий к агрегации. Результаты проведенных исследований также позволили выявить зависимость агрегации азоспирилл и биомассы биопленок от среды и условий культивирования.

### Литература

1. Berg G. Plant-microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture / G. Berg // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2009. V. 84. №1. P. 11-18.
2. Ильина Т.С. Биопленки как способ существования бактерий в окружающей среде и организме хозяина: феномен, генетический контроль и системы регуляции их развития / Т.С. Ильина, Ю.М. Романова, А.Л. Гинцбург // Генетика. 2004. Т. 40. № 11. С. 1445-1456.
3. Lugtenberg B. Plant-growth-promoting rhizobacteria / B. Lugtenberg, F. Kamilova // Annu. Rev. Microbiol. 2009. V. 63. P. 541-556.
4. Fibach-Paldi S. Key physiological properties contributing to rhizosphere adaptation and plant growth promotion abilities of *Azospirillum brasilense* / S. Fibach-Paldi, S. Burdman, Y. Okon // FEMS Microbiol Lett. 2012. V. 326. № 2. P. 99-108.
5. Guttenplan S.B. Regulation of flagellar motility during biofilm formation / S.B. Guttenplan, D.B. Kearns // FEMS Microbiol. Rev. 2013. V. 37. № 6. P. 849-871.
6. Baldani V.L.D. Effects of *Azospirillum* inoculation on root infection and nitrogen incorporation in wheat / V.L.D. Baldani, J.I. Baldani, J. Döbereiner // Can. J. Microbiol. 1983. V. 29. № 8. P. 924-929.
7. Novel classes of *Azospirillum brasilense* mutants with defects in the assembly and functioning of polar and lateral flagella / A.V. Scheludko, E.I. Katsy, N.A. Ostudin, O.K. Gringauz, V.I. Panasenko // Мол. генет. микробиол. вирусол. 1998. № 4. С. 33-37.
8. Инсерция транспозона в хромосомную копию гена *flhB* сопровождается дефектами в образовании полярного и латеральных жгутиков у бактерий *Azospirillum brasilense* Sp245 / Е.А. Ковтунов, Л.П. Петрова, А.В. Шелудько, Е.И. Кацы // Генетика. 2013. Т. 49. № 8. С. 1013-1016.
9. Мутанты бактерии *Azospirillum brasilense* Sp245 со вставкой омегона в генах липидного метаболизма *mmsB* или *fabG* дефектны по подвижности и жгутикованию / Е.А. Ковтунов, А.В. Шелудько, М.П. Чернышова, Л.П. Петрова, Е.И. Кацы // Генетика. 2013. Т. 49. № 11. С. 1270-1275.

### СЕКЦИЯ 3

## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОБОСНОВАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СОРБЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

О.С. Безуглова<sup>1,2</sup>, А.Е. Шимко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону;

<sup>2</sup>Донской зональный научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства, пос. Рассвет, Ростовская область

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ДЕТОКСИКАЦИИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

*Введение.* Детоксикация почв, загрязненных тяжелыми металлами (ТМ), является важной экологической проблемой, решение которой, в частности, связано с поиском сорбентов, с помощью которых можно достичь приемлемой степени восстановления почвы. Метод сорбции тяжелых металлов считается достаточно эффективным, но не лишенным ряда недостатков. Так, один из самых распространенных способов химической мелиорации почв, загрязненных ТМ, – известкование. При известковании в почвенном растворе образуются гидрооксиды большинства ТМ, и происходит их хемосорбция почвенным поглощающим комплексом [3]. Однако метод пригоден только для кислых почв. Очень распространенным способом химической мелиорации техногенно-загрязненных почв является внесение органических веществ. Органическое вещество – хороший сорбент ионов, повышает буферность почв, понижает концентрацию солей в почвенном растворе. Все это снижает поступление ТМ в растения. На доступность ТМ для растений существенно влияют гуминовые вещества. По данным В.В. Демина [2], при взаимодействии ТМ с гуминовыми кислотами, локализованными в почве в виде отдельных фаз или пленок на минеральных компонентах, происходит необратимая сорбция. Реакция протекает внутри фазы сорбента с образованием различных комплексов. При этом образуются очень прочные соединения. Недостатком этого способа является ограниченность продуцирования органических удобрений (навоза, торфа, речного ила, птичьего помета и т.п.). Обогащение почв растворимыми соединениями ортофосфорной кислоты, с одной стороны, повышает содержание фосфора в почве, с другой – способствует образованию нерастворимых соединений ТМ [1, 3]. Хорошие результаты может дать глинование легких почв глинами, содержащими природные минералы с высокой емкостью поглощения, такими как глауконит, монтмориллонит, вермикулит [4]. Таким образом, поиск достаточно доступных и эффективных сорбентов тяжелых металлов остается актуальной задачей современного почвоведения.

*Объекты и методы.* В полевых условиях в модельном эксперименте на черноземе обыкновенном карбонатном исследовали в качестве сорбента тя-

желых металлов активированный антрацит (ААА), порошок, получаемый из отходов угольной промышленности и характеризующийся высокой сорбционной емкостью. Цель опыта – изучение почвы как среды утилизации осадков сточных вод и возможности детоксикации осадка применением сорбента. Схема опыта: 1. Контроль; 2. ОСВ+ААА; 3. ОСВ; 4. ААА.

Сорбент на основе угля – ААА (адсорбент активированный антрацит, технические условия ТУ 2162-001-97831067-2007). Размер фракции 0,8-1,2 мм. Адсорбент представляет собой порошок черно-асфальтового цвета с матовым блеском и присутствием крупинки кубической или близкой к шару формы. Адсорбционная активность по метиленовому голубому не менее 210 мг на 1 г продукта. Вносили в почву вместе с осадком сточных вод из расчета 0,2 т/га (20 г на 1 м<sup>2</sup>).

Содержание валовых форм тяжелых металлов определяли рентгенофлуоресцентным методом на приборе спектрометр рентгеновский кристаллдифракционный Спектроскан МАКС-GV.

До закладки опыта были отобраны почвенные образцы, затем внесены сорбент ААА и ОСВ в расчетных дозах и посеяна озимая пшеница сорта Зерноградка. После уборки были отобраны почвенные образцы по вариантам опыта.

*Результаты и обсуждение.* Полученные результаты представлены в табл. 1. На варианте с внесением ОСВ содержание марганца и меди несколько увеличивается, однако в вариантах, где добавляли сорбент ААА, наблюдается снижение концентрации и марганца, и меди по сравнению даже с контролем. И это позволяет предположить эффективность сорбента ААА как мелиоранта для осадка сточных вод и почв, загрязненных тяжелыми металлами, в частности марганцем и медью.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в черноземе обыкновенном карбонатном по вариантам опыта с сорбентом

Вариант	Марганец		Медь		Цинк	
	ppm	±	ppm	±	ppm	±
Контроль	632,58±13,2	0	37,43±2,82	0	87,82±3,68	0
ОСВ+ААА	632,00±14,0	-0,58	36,33±2,83	-1,1	70,74±3,16	-17,08
ОСВ	692,83±14,4	+60,25	38,86±4,16	+1,43	67,96±2,77	-19,86
ААА	607,39±6,9	-25,19	35,00±2,39	-2,43	72,07±1,66	-15,75
ПДК	1500,0		55,0		100,0	

В то же время внесение ОСВ как самостоятельно, так и с адсорбентом способствовало заметному снижению содержания цинка, разница с контролем существенно превысила ошибку среднего значения по вариантам опыта.

Урожайность озимой пшеницы на вариантах с внесением осадка сточных вод и ААА была выше, чем на контроле. В то же время вариант с совместным внесением сорбента и осадка сточных вод характеризовался несколько более низкой урожайностью, чем на контроле (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность озимой пшеницы Зерноградка по вариантам опыта сорбентом ААА

Вариант	Урожайность, ц/га	Сравнение с контролем, ц/га
контроль	63,78	-
ОСВ+ААА	63,49	-0,29
ОСВ	66,38	+2,60
ААА	66,10	+2,32

Таким образом, использование осадков сточных вод и адсорбента активированного антрацита в качестве мелиоранта для детоксикации почв, загрязненных тяжелыми металлами, требует детального изучения. ААА – неорганический мелиорант, достаточно хорошо сорбирует на себя медь и марганец, но при его внесении наблюдается некоторое увеличение концентрации цинка, в то время как при внесении ОСВ совместно с ААА наблюдается снижение концентрации цинка, даже по сравнению с контролем. Однако при внесении ОСВ в почву без сорбента отмечается увеличение концентрации меди и марганца, вероятно за счет загрязнения осадка этими металлами. Адсорбент – активированный антрацит – в данном эксперименте изучался, прежде всего, как инактиватор токсичных свойств осадка сточных вод и с этой точки зрения вполне себя оправдал.

#### Литература

1. Аэротехногенное загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами: источники, масштабы, рекультивация / В.А. Большаков, Н.М. Краснова, Т.И. Борисочкина, С.Е. Сорокин, В.Г. Граковский. М., 1993. 90 с.
2. Демин В.В. Роль гуминовых кислот в необратимой сорбции и биохимии тяжелых металлов в почве/ В.В. Демин // Изв. Тимирязевской с-х академии. 1994. С. 79-86.
3. Ефремова С.Ю. Приемы детоксикации химически загрязненных почв / С.Ю. Ефремова // Известия ПГТУ им. В.Г. Белинского. 2012. № 29. С. 379-382.
4. Малиновская Л.В. Эффективность применения природных сорбентов для детоксикации почв, загрязненных солями тяжелых металлов и нефтепродуктов / Л.В. Малиновская, С.Н. Перевалов, В.Г. Яценко, А.А. Ивлева, Д.В. Пономаренко // Нефтегаз INTERNATIONAL. 2013. Вып. 1. С. 8-11.

**Н.Н. Береда, Е.А. Чугунов, М.С. Янченко**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

#### **ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ТИПОВ СТРОЕНИЯ ФЕРМЕНТАТОРОВ**

Метантенк – сооружение для аэробного сбраживания и переработки образующегося при очистке сточной воды осадка. Выделяющийся при этом газ метан позволяет производить дешевую электроэнергию и подавать ее для нужд населения. Вырабатываемой электроэнергии достаточно для обеспечения электричеством примерно 2500 домашних хозяйств.

Впервые в России биологический газ, получаемый способом анаэробного сбраживания осадков сточных вод, применяется для выработки электроэнергии на Курьяновских очистных сооружениях в Москве. Пока что это мини-ТЭС, которая вырабатывает 10 МВт электроэнергии и 8 МВт тепла.

С учетом возможностей электроэнергетики при проектировании метангенераторов-ферментаторов особое внимание уделяется выбору оптимальной конструкции и типа строения метантенка.

Нержавеющая сталь представляет собой прочный и долговечный материал, устойчивый к агрессивным средам, не требующий нанесения внутреннего защитного покрытия, образующий емкость метанреактора цилиндрической формы. Высота емкости произвольного размера определяется технологией. Требуется изготовление бетонного фундамента для размещения емкости. Возможно, выполнение монтажа емкостей одновременно со строительными работами. При использовании эмалированной стали – устойчивость к агрессивным средам, высота практически любая, сборка осуществляется по месту сегментно. Низкое качество исполнения эмалированной стали и год гарантии в России требует закупки данного материала у зарубежных поставщиков, которые дают гарантию до 5 лет со средним сроком службы до 20 лет. Бетонные покрытия наиболее сложны в исполнении, требуют дополнительных затрат на строительство, сложны в ремонте. Стоимость строительства биогазовых установок из бетона в настоящее время почти такая же, как и эмалированной импортной стали [1, с. 13].

*Разделение на фазы.* В большинстве биогазовых установок процессы расщепления протекают параллельно, то есть они проходят в одном реакторе в одно и то же время. Это одноступенчатая технология, в которую входят две условные фазы. Фаза гидролиза и окисления может происходить в резервуаре, а вторая фаза – образования уксусной кислоты проходит в ферментаторе. Используется для тех субстратов, которые имеют особенность быстрого расщепления, а вследствие их быстрого окисления рекомендуется использовать отдельный резервуар, из которого дозированно подавать продукты разложения. В частности, подобного разделения фаз требует брожение барды. Преимуществом является выдерживание определенного уровня кислотности, необходимого для оптимального роста бактерий. Возможно отделение неиспользуемых газов через биофильтр, получая газ с высоким содержанием метана. Дополнительные потери на системы отопления, смешивания и на строительство могут окупиться лишь для определенных видов субстратов.

Перемешивание осуществляется:

- механическими мешалками различной формы или погружными насосами с приводом от электродвигателя;
- гидравлическими насадками за счет энергии струи, перекачиваемого навоза или рециркуляцией насоса;
- избыточным давлением биогаза, пропускаемого через барботер или трубку, расположенную в нижней части редуктора.

Горизонтальное расположение имеет большое преимущество, поскольку можно применять мощные, надежные в эксплуатации энергосберегающие механические мешалки. Достигается хороший эффект перемешивания, разрушается верхняя корка, образующаяся в результате жизнедеятельности бактерий. Становится возможной большая загрузка ферментатора. Недостатком является потребность в большей площади, занимаемой резервуаром. Вертикальная конструкция обычно имеет круглую конструкцию из соображения статики, отсутствуют ограничения в объемах и существуют ферментаторы объемом до 6000 м<sup>3</sup>. Требования к смесительной технике высоки, поскольку в этом случае она должна создавать сильное течение, необходимое для достижения сбраживания. Наземное размещение – дополнительные теплотери в зимний период, повышенные затраты при высоте резервуара свыше 6 метров. Подземные резервуары – дополнительные затраты на изоляцию и земляные работы, защита от резких температурных колебаний, особенно в зимний период, значительная экономия энергии на поддержание процесса. Каждодневная разовая или двухразовая заправка субстратом ферментатора при помощи современных насосов не удовлетворяет потребности в субстрате. Насосы забиваются волокнами, происходит подача холодного субстрата, для подобных целей лучше всего подходят медленно вращающиеся эксцентриковые шнековые насосы либо диафрагменные насосы [2, с. 37].

*Типы реакторов.* Реакторы бывают различных типов и видов. Для анаэробного брожения часто используются реакторы прямоугольного вида. Основным недостатком является неудобное размещение теплообменных элементов. Если размещать нагревательные элементы вокруг метантенка, то нагрев будет проходить равномерно лишь в случае реактора с одинаковой шириной и длиной. Не удастся избежать дополнительных энергетических затрат при механическом смешивании, возникнут сложности при перемешивании в углах реактора, потребуются более сложные механизмы перемешивания. Наибольшим плюсом будет возможность быстрого ручного возведения из бетона и быстрого крепления утеплителей. Возможно использовать быстроукладываемые утеплители, такие как керамзит, пеноизол, стекловата. В настоящее время стоимость бетона приближается или выше стоимости металла.

Наиболее выгодными с точки зрения энергопотребления в случае использования механических смесителей являются шарообразные метантенки. Подобные конструкции обеспечивают наименьший метраж труб, используемых для подогрева субстрата. Основными недостатками являются сложность конструкции, как следствие, дополнительные затраты на производство или конструирование, сложность крепления твердых утеплителей.

Наиболее оптимальной формой для метантенка является цилиндрическая колонна, выполненная вертикально. Он занимает не намного больше места, чем метантенк, выполненный в стандартном прямоугольном виде,



удобен в обслуживании, прост в монтаже, обладает лучшими гидротехническими характеристиками и характеристиками перемешивания субстрата.

### Литература

1. Использование биомассы для устойчивого локального энергоснабжения. Научные и практические аспекты // Международный семинар. СПб., 17-18 ноября 2008 г.
2. Кузьмин С.Н. Биоэнергетика: учеб. пособие / С.Н. Кузьмин, В.И. Ляшков, Ю.С. Кузьмина. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. 80 с.

**Е.А Бухарова, Е.А. Татаринцева, Л.Н. Ольшанская**

Энгельсский технологический институт (филиал) Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТАБЛЕТИРОВАННЫХ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО И ОКИСЛЕННОГО ГРАФИТА**

Для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов наиболее перспективным считается сорбционный метод, который позволяет производить сбор углеводородных поллютантов с поверхности воды с их одновременным поглощением.

В качестве нефтесорбентов наиболее широко применяются различные углеродные материалы и многочисленные композиты на их основе [1]. К перспективным материалам для таких целей относят терморасширенный графит (ТРГ), представляющий собой пеноподобные структуры из чистого углерода [2]. ТРГ благодаря развитой системе пор является эффективным поглотителем для материалов с большой молекулярной массой и слабой полярностью, таких как нефть и нефтепродукты [3].

Основным недостатком при использовании ТРГ в качестве сорбента является низкая насыпная плотность материала. В работе проведен сравнительный анализ композиционных сорбентов из ТРГ, окисленного графита (ОГ) и полимерного связующего, обладающих не только высокой эффективностью очистки воды от нефтяных загрязнений, но и удобством применения в процессе использования.

Композиционные таблетированные сорбенты ТС-1 и ТС-2 (рис. 1), получали механическим перемешиванием ТРГ или ОГ с ранее разработанным нами полимерным сорбционным материалом на основе отходов полиэтилентерефталата (ПСТ) [4] с последующим формованием таблеток при температуре 245°C. При данной температуре ОГ расширялся непосредственно при контакте с полимерной матрицей, что позволило сформировать более пористую структуру сорбента ТС-2 по сравнению с сорбентом ТС-1, полученному из терморасширенного графита.



Рис. 1. Таблетированный сорбент ТС-1

Изучено влияние состава композиций на физико-механические свойства. Установлено, что таблетки ТС-1 с содержанием ПСМ от 20 масс. % и ТС-2 с содержанием ПСМ от 25 масс. % обладают достаточными прочностными свойствами, предъявляемыми к сорбционным материалам в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51641-2000, рис. 2.

Микроструктурные исследования поверхности таблетки и поверхности разлома показали, что сорбент ТС-2 обладает более рыхлой и пористой поверхностью (рис. 3, в, г), большим количеством неровностей различной формы и размеров во всем объеме по сравнению с ТС-1 (рис. 3, а, б).

Показана возможность использования таблетированных сорбентов для сбора нефтепродуктов с поверхности воды. Приведенные на рис. 4. данные показывают более высокие значения нефте- и маслосорбции для ТС-2, что связано с более развитой поверхностью сорбента ТС-2 по сравнению с ТС-1. Важнейшей характеристикой нефтесорбентов является плаучесть, которая составила для ТС-1 и ТС-2 100% через 96 часов.

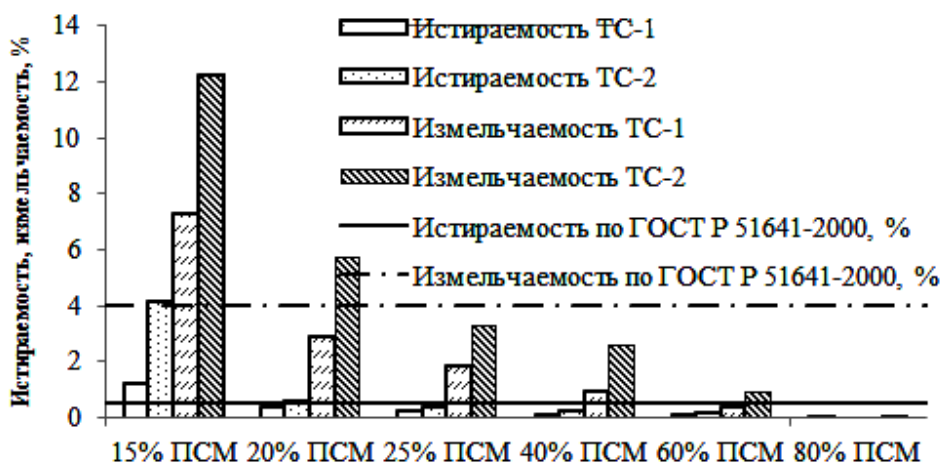


Рис. 2. Физико-механические свойства композиций ТС-1 и ТС-2.

Маслосорбция для ТС-1 и ТС-2 составила 3 г/г и 7 г/г соответственно, а нефтесорбция 6 г/г и 12 г/г (рис. 4).

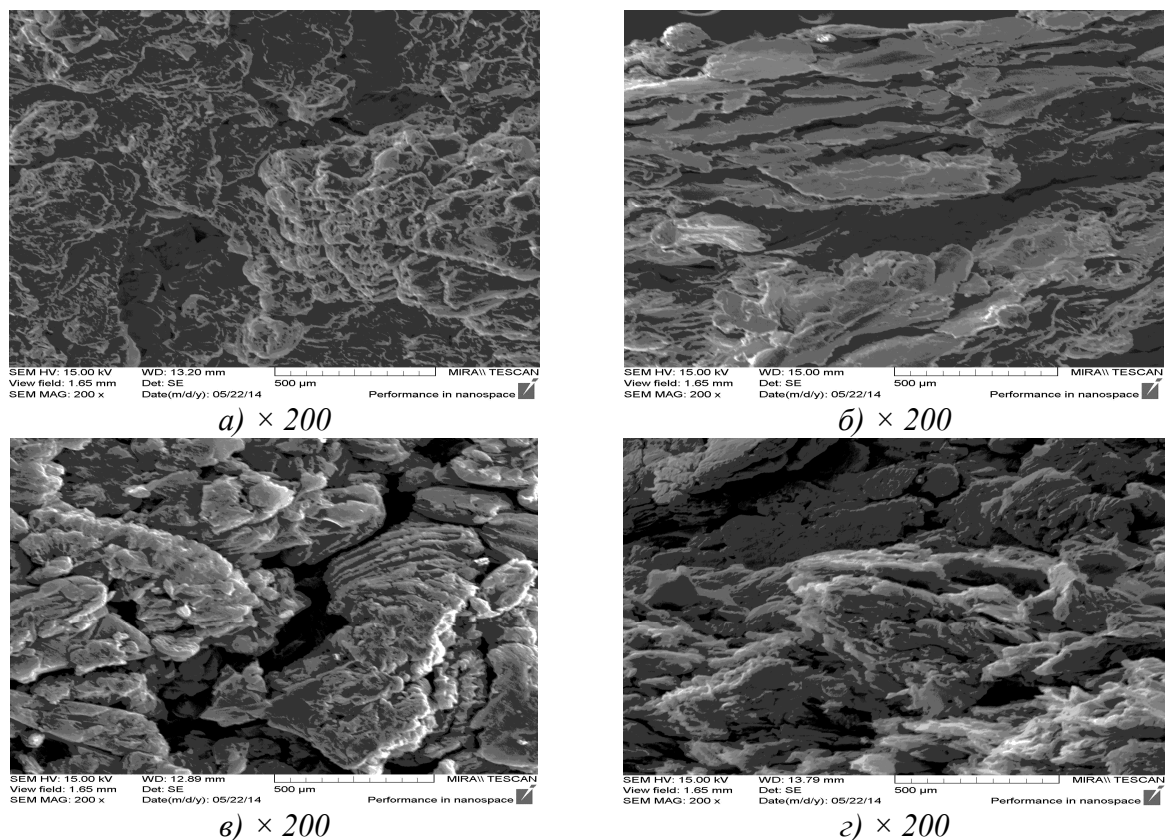


Рис. 3. Микроструктурные исследования таблеток:  
а – поверхность ТС-1, б – поверхность разлома ТС-1, в – поверхность ТС-2,  
г – поверхность разлома ТС-2

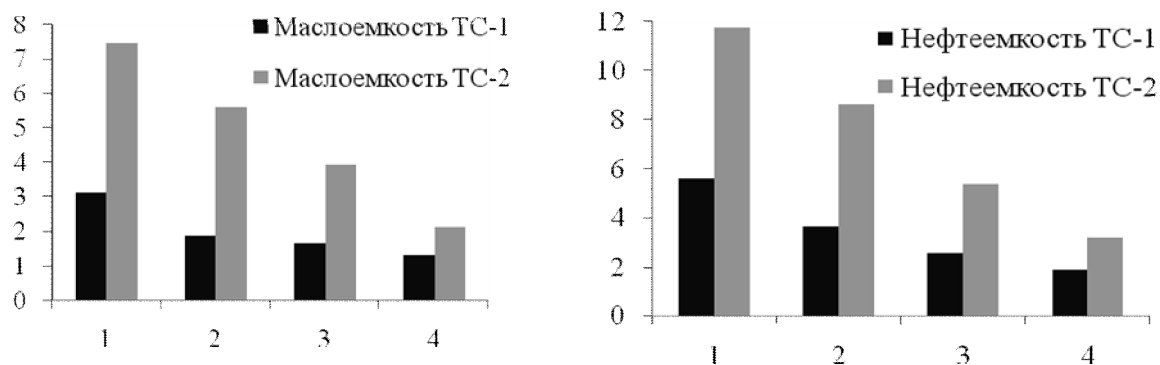


Рис. 4. Масло- и нефтеемкость с различным составом связующего ПСМ:  
1 – 20% (25% для ТС-2), 2 – 40%, 3 – 60%, 4 – 80%

В результате проведенных исследований показана возможность получения таблетированных сорбционных материалов на основе ТРГ и ОГ с использованием в качестве связующего ПСМ на основе отходов полиэтилентерефталата, обладающих высокой сорбционной емкостью к различным нефтепродуктам. Показано, что ТС-2 по сорбционным характеристикам превышает ТС-1 за счет более рыхлой и пористой поверхности сорбента ТС-2. Полученные данные позволяют рекомендовать исследуемые

сорбенты как сорбционные материалы для очистки водных сред от нефти и нефтепродуктов с поверхности водоемов.

### Литература

1. Собгайда Н.А. Сорбенты для очистки вод от нефтепродуктов: монография / Н.А. Собгайда, Л.Н. Ольшанская. Саратов: СГТУ, 2010. 108 с.
2. Финаенов А.И. Адсорбенты на основе терморасширенного графита / А.И. Финаенов, А.С. Кольченко, А.В. Яковлев и др. // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. № 2. С. 46-54.
3. Bayat A Oil Sorption by Synthesized Exfoliated Graphite (EG) / A. Bayat, S.F. Aghamiri, A. Moheb // Iranian Journal of Chemical Engineering. 2008. Vol. 5. №. 1 (Winter). P. 51-64.
4. Татаринцева Е.А. Сорбционный материал для очистки воды от нефтепродуктов / Е.А. Татаринцева, Е.А. Бухарова, Л.Н. Ольшанская // Экология и промышленность России. 2014. № 7. С. 26-28.

**Н.В. Веденеева, Е.И. Тихомирова, В.Р. Абдряшитова, А.Л. Подольский**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЛЬТРУЮЩЕЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ЗАГРУЗКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД ПРУДОВ**

Общемировые тенденции в области водоснабжения определяются растущим пониманием необходимости обеспечения населения достаточным количеством доброкачественной воды [1]. По оценкам ВОЗ, 85% заболеваний людей связано с биологическими и техногенными загрязнениями водных источников. Отсутствие качественной питьевой воды является основной причиной распространения бактериальных желудочно-кишечных инфекций и других заболеваний. Водные ресурсы Саратовской области подвергаются значительному антропогенному влиянию. Несоблюдение режимных и ограничительных мероприятий приводит к загрязнению водных источников и, как следствие, несоответствию проб воды гигиеническим нормативам по санитарно-химическим и микробиологическим показателям. Поэтому возникает необходимость постоянного контроля качества воды и совершенствования методов водоподготовки для повышения качества воды, подаваемой населению [2].

В настоящее время в качестве сорбентов для очистки воды традиционно используют активированные угли, цеолиты, силикагели, алюмосиликаты, шунгит, гидроантрациты, смектиты, монтмориллонит. Все эти сорбенты применяются в комплексе с другими способами очистки. Развивается направление по созданию комбинированных (универсальных) фильтрующих загрузок, позволяющих в один этап осуществить несколько стадий

водоочистки: умягчение воды, удаление из нее железа, марганца, алюминия, гуминовых веществ, аммония, тяжелых металлов и т.д. Однако подобные фильтры не дают гарантированного эффекта обеззараживания воды [3].

Целью нашего исследования была оценка эффективности использования комбинированной многослойной фильтрующей загрузки для очистки и обеззараживания загрязненных вод прудов Ленинского района г. Саратова.

В работе использовали комбинированную многослойную фильтрующую загрузку, разработанную сотрудниками кафедры экологии (Веденеева и др., 2013, 2014), состоящую из чередующихся слоев сорбента и бактерицидного компонента. В качестве сорбента были использованы разные варианты гранулированного наноструктурированного природного бентонита, а в качестве бактерицидного компонента – анионно-обменную смолу с нанесенным полимером полизолидинаммоний ионгидратом. Эффективность сорбции оценивали по разнице значений нижеперечисленных показателей качества воды, измеренных до и после фильтрации прудовой воды.

Показатели качества воды прудов Ленинского района г. Саратова  
до и после фильтрации через комбинированную фильтрующую загрузку

Показатели качества воды	Пруд Караян		Чистые пруды		Андреевские пруды		Бахчев пруд		Норматив для питьевой воды
	до фильтрации	после фильтрации	до фильтрации	после фильтрации	до фильтрации	после фильтрации	до фильтрации	после фильтрации	
Цветность, град	45	0	180	20	30	0	10	0	20-30
Мутность, мг/л	5,2	0	45	2	20	0	10	0	1,5-2,6
ХПК, мг/л	8,9	5,8	4,7	4,6	3,3	2	3,1	0,5	5-7
Железо, мг/л	0,1	0	0,4	0	0,2	0	0	0	0,3
Фосфаты, мг/л	1,9	1,1	7,8	3,2	4,1	1,2	6,5	2,1	3,5
Жесткость, мг-экв/л	6,6	1	6,1	1,45	9,75	1,45	1,7	0,5	7-10
Хлориды, мг/л	0	0	142	114	290	250	126	96	350
ОМЧ, КОЕ/мл	12960	30	1562	43	858	0	2000	0	<50
Нитраты, мг/л	0,54	0,92	18	2,5	19,5	2,6	7,8	0,3	50
Нитриты, мг/л	0,56	0,05	0,2	0,05	0,21	0,2	2,1	0,7	3
Запах, балл	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Солесодержание, мг/л	648	293	751	253	2250	347	2028	976	1000

В качестве модельных водных объектов использовали пруды Ленинского р-на г. Саратова: Караян, Бахчев, Чистые и Андреевские, характери-

зующиеся разным уровнем загрязнения вод и интенсивностью антропогенной нагрузки. Отбор проб воды исследуемых водных объектов осуществляли согласно ГОСТ Р 51593-2000 «Вода питьевая. Отбор проб», а лабораторно-аналитические исследования проб воды проводили на базе НОЦ «Промышленная экология» кафедры экологии СГТУ имени Гагарина Ю.А. и в аккредитованной испытательной лаборатории «ЭкоОС» СГТУ по аттестованным методикам с использованием поверенного испытательного оборудования.

Определяли органолептические показатели: мутность, цветность и запахи поверхностных вод; химико-аналитические показатели содержания в воде нитратов, нитритов, хлоридов, фосфатов, железа, общее солесодержание, а также ХПК (перманганатную окисляемость) и жесткость воды по стандартным методикам в соответствии с ГОСТами. Для характеристики бактериального загрязнения воды измеряли общее микробное число (ОМЧ) – количественный показатель, который отражает общее содержание мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов в 1 мл исследуемой воды. Водородный показатель воды измеряли рН-метром Аквилон 2000.

Результаты нашего исследования показали высокую эффективность использования комбинированной фильтрующей загрузки как для очистки, так и для обеззараживания прудовой воды (таблица). Превышений установленных для питьевой воды санитарно-гигиенических нормативов не было установлено ни по одному показателю качества воды, отфильтрованной через используемую загрузку.

В результате проведенных исследований установлена эффективность 95-100% комбинированной фильтрующей загрузки в отношении таких показателей как цветность, мутность, ОМЧ, содержание железа. Степень фильтрации нитритов, нитратов, фосфатов, изменения общего солесодержания и ХПК составляла в среднем 30%. Во всех исследуемых образцах фильтратов поверхностных вод отмечено снижение показателей, превышающих уровень ПДК в исходной пробе.

Таким образом, проведенные исследования показали перспективность использования разработанной сотрудниками кафедры экологии СГТУ имени Гагарина Ю.А. комбинированной фильтрующей загрузки в системах очистки загрязненных поверхностных вод.

*Работа выполнена в рамках гранта Фонда Бортника программы «У.М.Н.И.К. 2013» на НИР «Разработка фильтрующей системы на основе наноструктурированных биосовместимых материалов».*

## Литература

1. Разработка фильтрующей системы на основе наноструктурированных биосовместимых материалов / Н.В. Веденева, Д.А. Заярский, А.В. Кошелев, Е.И. Тихомирова // Математические методы в технике и технологиях. ММТТ-26: сб. тр. XXVI междунар. науч. конф. Саратов: СГТУ, 2013. С. 89-90.
2. Разработка комбинированной фильтрующей системы на основе наноструктурированных сорбентов и биополимера для задач очистки поверхностных и сточных

вод / Е.И. Тихомирова, Н.В. Веденеева, В.А. Заматырина, О.В. Нечаева, А.В. Кошелев, Е.В. Скиданов // Международная конф. по вопросам водопользования и экологии в рамках участия РФ в БРИКС: тез. докл. М., 2014. С. 27-28.

3. Оценка эффективности фильтрации воды через комбинированные фильтрующие загрузки с разным количеством сорбционных слоев / Н.В. Веденеева, Е.И. Тихомирова, Е.В. Скиданов, О.В. Нечаева, М.В. Истрашкина // Вавиловские чтения – 2014: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. Саратов: Буква, 2014. С. 273-274.

**В.А. Заматырина, А.В. Кошелев<sup>1</sup>, Е.И. Тихомирова,  
О.В. Атаманова, С.В. Бобырев**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

<sup>1</sup>Научно-производственное предприятие «ЛИССКОН», г. Саратов

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННОГО СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ОРГАНОБЕНТОНИТА**

Среди современных методов очистки сточных вод большое значение имеет сорбционная очистка, эффективность которой определяется качеством сорбента. Создание комбинированных сорбентов нового поколения, позволяющих эффективно удалять тяжелые металлы и нефтепродукты из сточных вод и обеспечивающих их дезинфекцию, а также разработка метода использования таких сорбентов для очистки сточных вод, являются актуальной научной задачей, решение которой имеет большое прикладное значение.

Для создания модифицированного сорбента была предложена технология, состоящая из четырех стадий: приготовление бактерицидного компонента, активация исходного органобентонита, гомогенизация до образования однородной массы, формообразование и рассев по фракциям (от 2 до 0,5 мм).

В качестве бактерицидного компонента использовались различные соединения, обладающие высокими антимикробными свойствами: 1%-ый раствор йода; препарат вантоцил; поверхностно-активные вещества (ПАВ): септапав, алкапав, катапав; йодированные формы ПАВ.

Исследования показали, что при добавлении раствора йода и вантоцила к суспензии органобентонита происходит снижение их антимикробных свойств. Кроме того, гранулы, где в качестве бактерицидного компонента использовались растворы йода и вантоцила, показывали низкие значения прочности.

Перспективными бактерицидными компонентами были ПАВ с четвертичным азотом. Лабораторными исследованиями подтверждено, что при добавлении ПАВ в суспензию органобентонита сохраняется их антимикробная активность, а их йодированные формы обладают наилучшими антимикробными свойствами. Показатели прочности гранул, где в качестве бактерицидного компонента использовались йодированные формы ПАВ, соответствовали требованиям ГОСТа (табл. 1).

Разработанная технология получения гранулированного сорбента на основе модифицированного органобентонита была реализована в условиях производства на базе НПП «ЛИССКОН» (г. Саратов). Активация исходного порошка органобентонита происходила в присутствии раствора NaOH с pH 9–10, на стандартном ленточно-шнековом прессе. На стадии гомогенизации активированная суспензия органобентонита и бактерицидный компонент направлялись в смеситель марки «ТЛ-020», где хорошо перемешивались в течение  $20 \pm 5$  минут.

Таблица 1

Показатели прочности и антимикробной активности композиций органобентонита

	1%-й раствор йода	Вантоцил	Септапав	Алкапав	Капапав	Иодир- ван-ный септапав	Иодиро- ванный алкапав	Иодиро- ванный капапав
Измельча- емость, %	6,6±0,2	8,1±0,2	2,6±0,2	1,3±0,2	3,0±0,2	1,7±0,2	2,0±0,2	2,5±0,2
Истира- емость, %	0,76±0,1	0,84±0,1	0,30±0,1	0,22±0,1	0,33±0,1	0,22±0,1	0,21±0,1	0,27±0,1
<i>E. coli</i> , КОЕ	128	97	13	9	67	0	0	15

На стадии формообразования полученной массе придавались требуемая форма и размер. Формообразование проводилось методом экструзии с помощью шнекового гранулятора «ФШ-015». Технология формования заключалась в продавливании обрабатываемой массы через фильеру с расположенными на ней отверстиями диаметром 0,5 и 2 мм.

Исследования показали, что наиболее оптимальными условиями сушки готовых гранул является температура  $85 \pm 5^\circ\text{C}$  (табл. 2), так как при повышении температуры происходит снижение антимикробных и сорбционных свойств гранулированного сорбента.

Таблица 2

Зависимость антимикробных и сорбционных свойств гранулированного сорбента от температуры сушки

	75°C	85°C	95°C	105°C	115°C	125°C	Контроль
Cd <sup>2+</sup> , мг/л	6,71±0,50	0,12±0,01	0,95±0,08	2,25±0,18	5,31±0,42	7,72±0,62	8,9±0,7
Pb <sup>2+</sup> , мг/л	2,66±0,20	0,19±0,02	0,64±0,05	2,33±0,19	3,53±0,28	3,96±0,32	4,8±0,4
Cu <sup>2+</sup> , мг/л	8,13±0,70	0,020±0,002	0,15±0,01	2,18±0,17	6,94±0,56	9,76±0,78	15,7±1,3
<i>E. coli</i> , КОЕ	9±2	0	2	19±1,5	138±11	197±16	438±24

После высушивания полученный полуфабрикат подвергался рассеву на колонне из двух сит с диаметрами ячеек 2 и 0,5 мм. Гранулы с требуемыми размерами частиц отправлялись на расфасовку готовой продукции, а более мелкие и крупные снова отправлялись в экструзионный гранулятор.

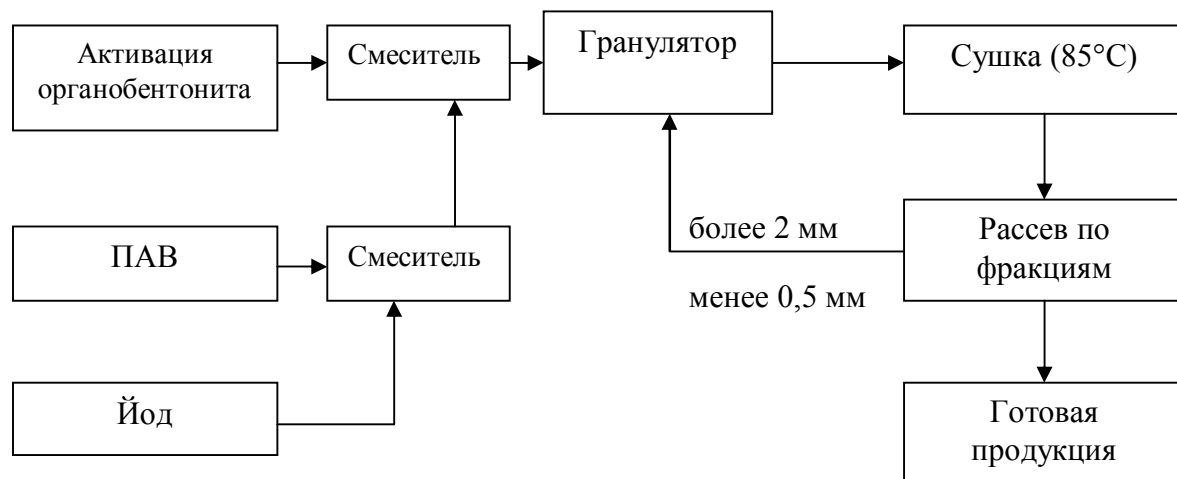
Разработанная технология приготовления модифицированного сорбента представлена на рисунке.



Полученные гранулы в качестве сорбента использовали при проведении лабораторных и производственных испытаний.

Полученные результаты позволили сделать следующие выводы:

1. Наиболее эффективным дезинфицирующим компонентом для конструирования модифицированного органобентонита является иодированный алкапав, обладающий высокой антимикробной активностью.



Общая технологическая схема изготовления гранулированного сорбента на основе модифицированного органобентонита

2. Для создания модифицированного органобентонита предложена новая технология – интеркалирование бактерицида на стадии активации исходного органобентонита.

3. Разработана технологическая схема изготовления гранулированного сорбента, реализованная в условиях производства.

*Работа выполнена в рамках гранта Фонда Бортника программы «У.М.Н.И.К. 2012» на НИР «Технология получения биологически активного органобентонита и перспективы его использования»*

**Н.В. Никитина, И.А. Казаринов, К.А. Тыщицкая, Л.Н. Мельникова**

Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

## **МОДИФИЦИРОВАНИЕ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ БЕНТОНИТА ПОЛИГИДРОКСОКАТИОНАМИ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ СООСАЖДЕНИЯ**

Многие загрязнители окружающей среды (As, Cr, Se, Te, S, F) существуют в воде в виде анионов солей. В связи с этим очевидна актуальность данного исследования, направленная на разработку эффективных сорбентов на основе природного бентонита для очистки питьевой воды и промышленных стоков различного происхождения от токсичных анионов, включая и мышьяксодеждающие [1–3].

В работе были изучены сорбенты на основе природных бентонитовых глин (Даш-Салахинского месторождения), модифицированные полигидроксокатионами железа (III) и алюминия методом соосаждения с разным содержанием железа (алюминия), которое составляло 1; 2; 3; 4; 5; 10 ммоль  $[\text{Me}^{3+}]/\text{г}$  глины (табл. 1).

Образцы с содержанием 5 ммоль  $[\text{Me}^{3+}]/\text{г}$  бентонита были отожжены при  $t=500^\circ\text{C}$  в течение 1 часа в инертной атмосфере (образцы Al\_5-O; Fe\_5-O).

Проведённые исследования показали, что модифицирование бентонита по методу соосаждения позволяет существенно повысить величину удельной поверхности сорбентов. Особенно значительное увеличение удельной поверхности происходит при модифицировании бентонита ионами железа (III), которая достигает  $226.5 \text{ м}^2/\text{г}$  при концентрации вводимого железа (III) 10 ммоль/г. Увеличение концентрации алюминия практически не влияет на величину удельной поверхности бентонита, которая составляет в среднем  $82\text{-}86 \text{ м}^2/\text{г}$ . Для отожжённых образцов наблюдается незначительное снижение удельной поверхности. Но и эти величины  $S_{\text{уд}}$  существенно выше значений удельной поверхности исходного бентонита ( $51 \text{ м}^2/\text{г}$ ).

Полученные данные по химическому составу образцов показали, что увеличение концентрации модифицирующего компонента приводит к повышению концентрации соответствующего элемента в образце бентонита.

Таблица 1

Зависимость величины удельной поверхности сорбентов на основе бентонита от концентрации модифицирующих компонентов (железа (III) и алюминия)

Образец	Соотношение $[\text{Me}^{3+}]/1\text{г}$ бентонита, ммоль/г	Удельная поверхность $S_{\text{уд}}$ , $\text{м}^2/\text{г}$
Исходный образец	-	51
Fe_1	1.0	102.7
Fe_2	2.0	127.4
Fe_3	3.0	143.8
Fe_4	4.0	157.9
Fe_5	5.0	172.0
Fe_10	10	226.5
Al_1	1.0	82.5
Al_2	2.0	83.5
Al_3	3.0	84.1
Al_4	4.0	85.0
Al_5	5.0	86.2
Al_5-O	5.0	67.0
Fe_5-O	5.0	101.1

Из табл. 2 следует, что модифицирование бентонита полигидроксокатионами алюминия и железа (III) приводит к увеличению числа микро- и мезопор и к уменьшению числа макропор в сравнении с исходным бенто-

нитом. Большая часть пор всех модифицированных образцов приходится на поры размером 1.5–4.0 нм (более 60%).

В качестве тестирующих анионов при изучении сорбции полученных образцов были выбраны бихромат-, арсенат- и селенит-анионы. Полученные изотермы сорбции исследуемых анионов имеют сложную форму, в некоторых случаях свидетельствующую о полимолекулярной адсорбции, либо о существенном химическом взаимодействии между сорбентом и сорбтивом, связанным с поверхностным и (или) многоцентровым комплексобразованием.

Таблица 2

Основные характеристики пористой структуры модифицированных сорбентов

Образец сорбента	Удельная поверхность $S_{уд}$ , м <sup>2</sup> /г	Объём пор $V_{пор}$ , см <sup>3</sup> /г	Распределение пор по радиусам, %			
			1.5–2.0 нм	2.0–4.0 нм	4.0–8.0 нм	8.0–52.0 нм
Исходный бентонит	51	0.061	9	21	21	49
Исходный бентонит, отожжённый при 500°C	37	0.092	6	16	23	55
Образец Al_5	86	0.125	22	46	19	13
Образец Fe_5	172	0.122	23	47	18	12
Образец Al_5-O	67	0.112	21	43	20	16
Образец Fe_5-O	101	0.114	21	42	21	16

Изотермы сорбции бихромат-, арсенат- и селенит-анионов в нейтральной среде были представлены в обратных координатах в соответствии с уравнением Лэнгмюра. В табл. 3 приведены значения максимальной сорбционной ёмкости сорбентов для исследуемых анионов.

Таблица 3

Значения максимальной сорбционной ёмкости для исследуемых сорбентов

Сорбируемый анион	Сорбент	$A_{\infty}$ , мг/г
бихромат-	Исходный бентонит	0.5
	Образец Fe_5	4.5
	Образец Al_5	5.6
арсенат-	Исходный бентонит	1.9
	Образец Fe_5	10.1
	Образец Al_5	8.2
селенит-	Исходный бентонит	1.2
	Образец Fe_5	8.6
	Образец Al_5	8.5

Как следует из полученных данных, модифицирование бентонита приводит к увеличению значения предельной адсорбции исследуемых анионов. Оптимальным количеством модифицирующих добавок и в этом случае является 5 ммоль Fe(Al) на грамм бентонита. Также высокотемпературный обжиг снижает адсорбционную активность поверхности модифицированных сорбентов. Следует отметить, что наибольшую сорбционную ак-

тивность из изученных анионов проявляют арсенат-анионы, величина предельной адсорбции выше на железомодифицированном сорбенте (10.1 мг/г).

### Литература

1. Дудина С.Н. Повышение сорбционной способности природных глин электромагнитной активацией: дис. ... канд. техн. наук: 02.00.11 / С.Н. Дудина; науч. рук. Н.А. Шаповалов. Ком. по высшему образованию РФ, Белгор. гос. техн. ун-т. Белгород, 2008. 156 с.
2. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды / А.Д. Смирнов. Л.: Химия, 1982. 169 с.
3. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды / Ю.И. Тарасевич. Киев: Наукова думка, 1981. 207 с.

**В.Ф. Олонцев<sup>1</sup>, К.С. Белоусов<sup>1</sup>, Е.А. Сазонова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Научный центр «Порошкового материаловедения» ПНИПУ, г. Пермь;

<sup>2</sup>Институт проблем нанотехнологий УрО РАН, г. Пермь

### **ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ НАНОПОРИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ АДСОРБЕНТОВ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ**

Углеродные нанопористые адсорбенты – активные угли, активированные волокна и ткани представляют собой класс высокомолекулярных пористых углеродных материалов, имеющих развитую удельную поверхность и обладающих способностью эффективно и избирательно поглощать молекулы веществ различной химической природы из газовых, парогазовых и жидких сред.

В настоящее время активные угли различного качества получают практически из всего многообразия углеродсодержащих материалов. По природе и значимости в коммерческих технологиях получения активных углей сырье можно классифицировать следующим образом.

Общая классификация углеродсодержащего сырья

Ископаемое сырье	Растительное и животное сырье	Отходы производства
Каменный уголь	Древесина	Лигнин
Бурый уголь	Скорлупа орехов (кокосовых)	Графит
Торф	Косточки фруктовые, оливковые	Нефтяной кокс
Горючие сланцы	Рисовая шелуха	Технический углерод
	Выжатый сахарный тростник	Опилки
	Хлебные злаки	Отходы и крошка резины
	Кофейные зерна	Отходы кожевенного производства
	Бурые и другие морские водоросли	

В России отечественная технология гранулированных (АР) и дробленых (ДАУ) активных рекуперационных углей парогазовой активации основана на переработке слабоспекающегося каменного угля Кузбасса.

В XX веке было построено большое количество предприятий по производству коммерческих сортов активного угля. Большинство запатентованных методов являются лишь вариантами основного производственного

процесса. Этот процесс заключается в сушке, карбонизации предварительно отформованных угольно-смоляных гранул в определенных условиях и в последующей активации материала в контролируемой среде. Специфические условия, в которых идет карбонизация и активация, в значительной степени влияют на получаемую адсорбционную емкость активных углей. Карбонизация угольных гранул представляет собой обжиг при высокой температуре в инертной атмосфере без доступа воздуха для удаления летучих веществ и позволяет сформировать первичную пористость и прочность. Активация применяется для получения специфической структуры пор и улучшения адсорбционных свойств получаемого материала и осуществляется посредством обработки водяным паром или специальными химическими реагентами, проводится при температуре 850-1050°C в строго контролируемых условиях.

Производство активных углей отличается большим ассортиментом выпускаемых сорбентов. Некоторые стадии производства могут работать автономно в виде отдельных технологических модулей. Достаточно разнообразно и аппаратное оформление процесса производства углеродных сорбентов. Для реализации процессов сушки, карбонизации и активации используются вращающиеся печи различной конструкции.

Научные технологические разработки позволили создать обобщенную схему переработки ископаемых углей разной стадии метаморфизма в порошкообразные, дробленые и гранулированные адсорбенты различного назначения. Существенным остается вывод о главном определяющем факторе при производстве различных марок активных углей, которым является исходное сырье и его свойства, поэтому рационально управлять процессом активирования можно только при глубоком знании свойств сырья.

Общий годовой объем потребления активированных углей в мире составляет около 1,5 млн. т, в то время как в России – менее 20 тыс. т в год. Потребность данного вида продукции в стране растет высокими темпами за счет увеличения закупок импортных углеродных сорбентов. По данным «Инфолайн», производство активированного угля в России увеличивается незначительно: в 2006 г. составило 4,8-4,9 тыс. т при потреблении 9,7-9,9 тыс. т, а в 2008 г. составило примерно 11-12 тыс. т. Общий годовой объем мирового производства активных углей по другим странам следующий: США – 34%, страны Европы – 24%, Азия – 9%, Китай – 14%, Япония – 18% [1].

Анализ областей применения активных углей показывает, что около 23% всего количества углеродных сорбентов используется для получения питьевой воды; 21% – для очистки сточных вод; 13% – в пищевой промышленности, 10% – в химической и фармацевтической; 13% – для очистки воздуха; 10% – для потребительских нужд; 9% – в других областях [1].

Потребление активного угля в странах Западной Европы по отраслям промышленности следующее: очистка питьевой воды около 34%; пищевая промышленность – 22%; химическая и фармацевтическая промышленность – 17%; очистка газов, воздуха и другие отрасли – 26%.

Современный ассортимент выпускаемых в промышленности активированных углей чрезвычайно высок и включает порошковые, гранулированные, дробленые, брикетированные угли, произведенные на основе каменноугольного, древесного сырья, кокса, скорлупы орехов и других видов сырья, агломерированные, импрегнированные различными добавками высококачественные адсорбенты [2].

Высокая поглощающая способность этих материалов обуславливает их применение в пищевой, химической, нефтегазовой, перерабатывающей промышленности, в производстве химических волокон, каучука и ПВХ смол, для очистки паров, газов промышленных стоков и др., в горно-металлургической промышленности – при флотации руд полезных ископаемых, при извлечении золота и других областях.

Производство углеродных адсорбентов должно непрерывно расти, так как их технологическое и экологическое применение не имеет альтернативы. Особенно будут развиваться направления экологического применения новых марок активных углей для очистки производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод, а также воды природных источников питьевого водоснабжения.

#### Литература

1. Маркетинговые исследования и обзоры рынков. ИНФОЛайн. Активированный уголь. [Электронный ресурс]. 2006. Режим доступа: <http://research.subscribe.ru/creator/il.html>.
2. Межрегиональная торговая компания СОРБЕНТ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.mtkisorbent.ru/Categor2\\_id/2/Default.htm](http://www.mtkisorbent.ru/Categor2_id/2/Default.htm) – Загл. с экрана.

**А.А. Орлов, С.А. Мосияш**

Саратовский научно-исследовательский институт  
сельской гигиены Роспотребнадзора

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕСКА И ДРОБЛЕННОГО КЕРАМЗИТА ДЛЯ БЕЗРЕАГЕНТНОГО НАПОРНОГО ФИЛЬТРА ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ**

В настоящее время наибольшее распространение получили способы обработки воды с использованием химических реагентов. Эти способы, как правило, требуют приспособлений для приготовления растворов реагентов, дозирующих устройств и тщательного контроля со стороны обслуживающего персонала. Кроме того, с экологической точки зрения реагентные методы не безвредны, так как в окружающую среду попадают водорастворимые соли, образующиеся при реагентной очистке и регенерации фильтров. Другим недостатком реагентных методов является образование твердых

осадков. Все это предполагает дополнительные меры по предотвращению загрязнения окружающей среды.

Перечисленные недостатки наряду с высокой стоимостью реагентов и сложностью обслуживания являются существенным препятствием для широкого использования реагентных методов очистки воды в сельских условиях. Вместе с тем практика очистки питьевой воды как в нашей стране, так и за рубежом показывает, что безреагентными методами можно успешно осветлять и обесцвечивать воду, снижать запах и привкус, удалять железо, водоросли и другие примеси [2, 3].

Создание моделей безреагентных напорных фильтров в Саратовском НИИ сельской гигиены позволило проводить гигиенические исследования, направленные на оценку эффективности работы этих сооружений при очистке воды поверхностных водоемов, изучение их барьерной роли в отношении отдельных групп загрязнителей, что не всегда удается сделать в натурных условиях.

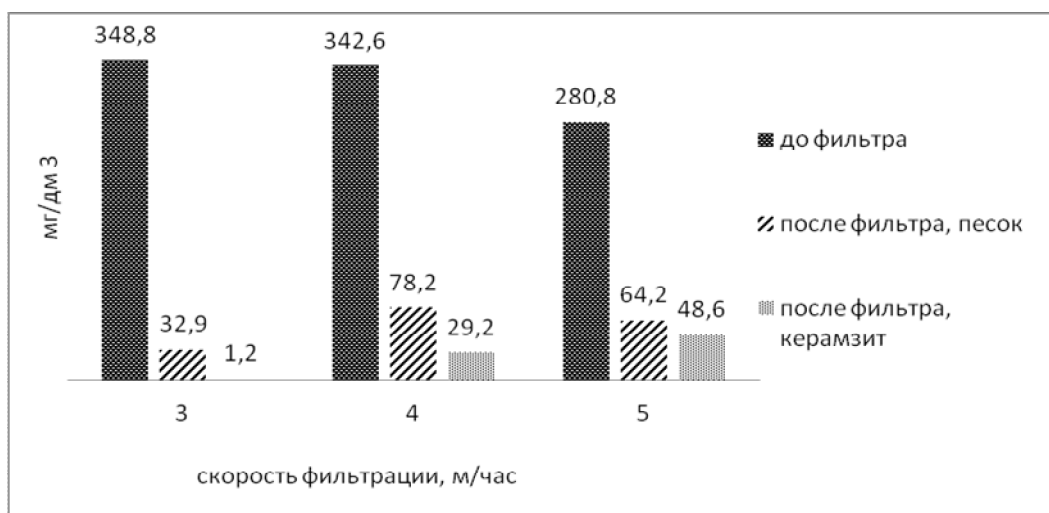
Экспериментальная модель безреагентного напорного фильтра (БНФ) представляет собой металлический резервуар круглой формы. В нижней части фильтра располагается трубчатый дренаж, предназначенный для подачи на фильтр исходной и промывной воды. Над распределительной системой находится слой гравия, который предотвращает попадание песка в дренажную сеть. На слое гравия находится песчаная фильтрующая загрузка, над которой располагаются: кольцевая сетчатая труба, предназначенная для отвода осветленной воды, сборная воронка и трубопровод для отвода с фильтра промывной воды.

Рабочий цикл фильтра осуществляется следующим образом: исходная вода под напором поступает в дренажную систему фильтра и, пройдя через фильтрующую загрузку снизу вверх, осветляется. За счет гидравлической сортировки загрузки наиболее крупные взвешенные частицы остаются в нижней части фильтра.

В качестве загрузки фильтров БНФ применялся кварцевый песок. В то же время все более широкое применение в практике водоснабжения находит дробленый керамзит. По данным ряда авторов [1, 4] дробленый керамзит (керамзитовый гравий, керамзитовый песок) в силу ряда физических, технологических и экономических особенностей (высокоразвитая поверхность, легкость, доступность материала, возможность утилизации) может быть эффективно использован для очистки поверхностных и подземных вод.

Для обоснования возможности применения в фильтрах БНФ в качестве фильтрующей загрузки дробленого керамзита были проведены сравнительные экспериментальные исследования на однопоточном варианте модельной установки с использованием в качестве загрузки песка и дробленого керамзита. В качестве исходной воды использовалась искусственно загрязненная волжская вода. Высота загрузки керамзита на модели филь-

ра составляла 1,2 м. Керамзит размещался на слое гравия высотой 10 см. Скорости фильтрования составляли 3, 4 и 5 м/ч.



Изменение величины мутности воды после фильтрации на безреагентном напорном фильтре

Отмечена более высокая эффективность работы фильтра с керамзитовой загрузкой по сравнению с песком в отношении мутности воды (рисунки). Так, при скорости фильтрации 3 м/ч она составляла 99,7 и 90,6% соответственно. При возрастании скорости до 4 м/ч фильтрации эффективность очистки снижалась до 77,2 и 91,5%. При скорости 5 м/ч эффект очистки составлял 77,1% для песка и 82,7% – для дробленого керамзита.

Усиление барьерной роли фильтров БНФ при использовании дробленого керамзита по сравнению с песком также отмечалось в отношении таких показателей, как цветность, ПАВ, содержание общего железа.

Результаты полученных данных позволяют сделать заключение, что фильтры БНФ с использованием в качестве фильтрующей загрузки дробленого керамзита более эффективны по сравнению с устройствами с загрузкой из песка. В связи с тем, что не установлено достоверного снижения величины запаха в процессе фильтрации на установках БНФ, может быть рекомендована дополнительная обработка воды березовым активированным углем.

### Литература

1. Борисов Б.М. Проблемы интенсификации работы очистных сооружений по обесцвечиванию и дезодорации воды / Б.М. Борисов // ЭТЭВК–2001: мат. Междунар. конф. Ялта, 2001. С. 135.
2. Заводчиков В.Я. Безреагентная одноступенчатая очистка воды на напорных фильтрах объемного фильтрования для сельскохозяйственного водоснабжения: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В.Я. Заводчиков. Новочеркасск, 1973. 22 с.
3. Кочанова Н.И. III Международная специализированная выставка «Вода» / Н.И. Кочанова // Критические технологии. Мембраны. 2001. № 9. С. 137-138.
4. Futselaar H., Schonewille H., Meer W. Direct nanofiltration for surfas water / H. Futselaar, H. Schonewille, W. Meer // Desalination. 2003. Vol. 157. P. 135–136.



**А.В. Пивоваров, С.Я. Пичхидзе, Т.В. Еленкова, Е.О. Осипова,  
О.Д. Муктаров, Н.В. Горшков**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

## **ВОЗМОЖНОСТЬ КАТИОННОГО ЗАМЕЩЕНИЯ В БИОЛОГИЧЕСКОМ ГИДРОКСИАПАТИТЕ КАЛЬЦИЯ**

Обычно кальцийфосфатные биоматериалы включают многочисленные соединения и производные, которые с разным успехом используются в ортопедической и травматологической практике[1]. Среди них ведущее место принадлежит гидроксиапатиту (ГА), т.к. он является доминирующим метаболитом костной ткани. В качестве активного компонента костной ткани возможно также присутствие ГА кальция, частично изоморфно замещенного ионами металлов ( $M^{2+}$ ,  $M^{3+}$ ) М-ГА.

Получение гидроксиапатита в настоящее время возможно методами химического синтеза и термическими методами с использованием биологического материала, которые отличаются друг от друга микроэлементным составом и проявляют индивидуальные физико-химические свойства.

*Целью работы* являлись катионное замещение Са в биологическом гидроксиапатите на Cu и Fe при помощи сульфатов меди и железа, а также идентификация полученных продуктов замещения.

Биологический гидроксиапатит кальция (БГА) получен нами путем термического вакуумного удара из шлама костей крупного рогатого скота (КРС) и имел нестехиометрический состав Са/Р в диапазоне 1,60-1,86, частично содержащий карбонатную группу (карбонат гидроксиапатит).

Катионное замещение БГА дисперсностью не более 90 мкм насыпной плотности 0,80 г/см<sup>3</sup> проводилось методом жидкостной колоночной хроматографии в стеклянных бюретках объемом 25 мл<sup>3</sup> из 20% водного раствора сульфата меди  $CuSO_4 \cdot 6H_2O$  и сульфата железа  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$  по выходным кривым до пробоя. На выходе из хроматографических колонок отбирался раствор сульфата кальция  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ . Скорость элюирования водных растворов солей составляла 0,03...0,05 мл/мин.

Рентгенофазовый анализ образцов замещенных БГА: СаCu-ГА и СаFe-ГА, проводился на дифрактометре ARL X'TRA с применением  $Cu-K_{\alpha}$ -излучения ( $\lambda=0,15412$  нм) в диапазоне углов  $2\theta$  (10...60 градусов). Для идентификации фаз использовались библиотеки международной электронной базы дифракционных стандартов (выпускается компанией ICDD – International Center for Diffraction Data) –PDF-2 (Powder Diffraction File – 2) в программе Crystallographic Search-Match Version 3,1,0,2. В.

Исследование ИК-спектров СаCu-БГА и СаFe-ГА проводилось на Фурье-спектрометре FT-801 (ООО НПФ «Симмекс», г. Новосибирск) в интервале волновых чисел 500...4000 см<sup>-1</sup>, таблетки с KBr.

В ИК-спектрах порошков БГА наблюдаются характерные колебания для гидроксиапатита, а также спектральные линии карбонат-аниона, которые соответствуют валентным колебаниям  $\nu_3$  в области  $1460\text{ см}^{-1}$  и деформационным колебаниям  $\nu_2$  в области  $870\text{ см}^{-1}$  группы  $(\text{CO}_3)^{2-}$ . Появление группы  $(\text{CO}_3)^{2-}$  наблюдается на стадии обработки костного биоматериала методом термоудара из шлама костей крупного рогатого скота.

ИК-спектральный анализ осадка фильтрата на основе сульфата кальция показал на спектре полосы поглощения с волновыми числами 612, 1023, 1114 и  $1160\text{ см}^{-1}$ , обусловленные наличием иона  $\text{SO}_4^{2-}$ .

Исследование содержаний элементов СаCu-ГА и СаFe-ГА проводилось измерением интенсивности вторичного флуоресцентного излучения от образца на вакуумном волнодисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрометре (Спектроскан Макс-GV г. Выборг) (таблица).

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что поглощательная способность БГА к катионам Fe примерно в два раза больше, чем к катионам Cu. Вычисленная нами сорбционная емкость БГА составляет  $0,0019\text{ г} - \text{экв Cu}^{2+} / \text{г БГА}$ ,  $0,0041\text{ г} - \text{экв Fe}^{3+} / \text{г БГА}$ .

Содержание элементов замещенных БГА

Вещество	Концентрация элемента (% отн.)				
	Ca	P	Отношение Ca/P	Cu	Fe
БГА	34,78	20,22	1,72	-	-
СаCu-БГА	31,9	20,01	1,59	2,13	-
СаFe-ГА	30,5	20,76	1,46	-	4,16

Для образцов СаCu-ГА и СаFe-ГА определено наличие фаз, которые свидетельствуют о неполном катионном замещении БГА. Стоит отметить уменьшение интенсивности для образца СаFe-ГА, что свидетельствует об уменьшении его кристалличности в процессе катионного замещения кальция на железо. По-видимому, это вызвано дополнительным диспергированием нанокристаллов БГА вследствие внедрения катионов Fe за счет химической и физической адсорбции.

*Выводы:*

1) получен минеральный остаток методом термоудара в виде карбонат-гидроксиапатита из костного материала КРС путем отделения высокоскоростным пиролизом органических компонентов типа коллагенов, костной крови и жиров;

2) проведено исследование частичного катионного замещения Са в биологическом карбонат-гидроксиапатите кальция на медь и железо, а также сделано предположение об идентификации полученных продуктов замещения;

3) показано, что поглощательная способность БГА к катионам Fe примерно в два раза больше, чем к катионам Cu. Вычисленная нами сорб-

ционная емкость БГА составляет примерно 0,0019 г – экв  $\text{Cu}^{2+}$ /г БГА и 0,0041 г – экв  $\text{Fe}^{3+}$ /г БГА, соответственно.

### Литература

1. Баринов С.М. Биокерамика на основе фосфатов кальция / С.М. Баринов, В.С. Комлев; [отв. ред. К.А. Солнцев]; Институт физико-химических проблем керамических материалов. М.: Наука, 2005. 204 с.

**Е.А. Савельева, М.П. Дикун**

Энгельсский технологический институт (филиал)  
Саратовского государственного технического университета им. Гагарина Ю.А.

### **КОМПЛЕКСНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРОВ ТРАВЛЕНИЯ**

Гальваническое производство является опасным с экологической точки зрения, оно создает огромное многообразие загрязнений сточных вод, поступающих на очистные сооружения.

Общее содержание загрязнений в отработанных растворах по объему достигает 70% [1]. Залповые сбросы нарушают режимы работы очистных сооружений, что приводит к безвозвратным потерям ценных компонентов.

В настоящее время большинство предприятий задаются целью очистить отработанные растворы от катионов тяжелых металлов и не придают значения извлечению этих металлов с целью дальнейшего использования. Ведь отработанные электролиты можно применять для производства другого вида продукции. Это позволяет, с одной стороны, снизить нагрузку на очистные сооружения, а с другой – частично решить проблемы ресурсосбережения.

Целью работы явилось извлечение меди из отработанных растворов травления медных сплавов на катоде с целью ее дальнейшего использования.

В качестве объекта исследования был взят отработанный раствор травления латунных деталей с ООО ЭПО «Сигнал» г. Энгельса. В качестве электродов использовались платина, графит, титан, сплав алюминия и медь.

Высокая концентрация азотной кислоты в растворе делает работу по его очистке невозможной из-за выделения диоксида азота; восстановление катионов меди на платине не происходит. Частичная нейтрализация до  $\text{pH}=4\text{--}5$  приводит к восстановлению катионов меди на всех исследованных катодах: на их поверхности наблюдается образование металлической меди.

В ходе экспериментальной работы лучшие результаты были получены на графитовом катоде; были отработаны режимы импульсной электрохимической очистки, которые показали высокую степень очистки (до 99%) с одновременным получением товарной меди на катоде.

Одним из этапов работы явилось изучение возможности анодирования сплавов алюминия в отработанном растворе.

При использовании сплава алюминия в качестве анодного материала при импульсной очистке отработанных растворов от катионов меди на нем можно нарастить оксидный слой, который может выполнять защитно-декоративные функции. Для этого процесса также были подобраны режимы импульсной поляризации.

Таким образом, предлагаемая технология комплексной утилизации отработанных растворов травления меди позволяет:

- очистить раствор от катионов меди, эффективность очистки 99%;
- получить на катоде товарную медь;
- получить на аноде из сплава алюминия защитно-декоративную оксидную пленку.

### Литература

1. Варианты технологических решений очистки сточных вод гальванического производства Загурский А.В. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru/2013/333/6274>.

**Л.А. Шибека**

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ОКРАСКЕ ТКАНЕЙ**

Анализ экологических аспектов производственной деятельности предприятий по окраске и отделке тканей свидетельствует о том, что наиболее значимыми видами воздействия на компоненты окружающей среды являются водопотребление, образование сточных вод, энергопотребление, образование отходов тары красителей и вспомогательных компонентов. С учетом модернизации предприятий легкой промышленности и расширением ассортимента выпускаемой продукции соответствие таких производств международным экологическим стандартам является обязательным условием выхода отечественной продукции на международный рынок. Следовательно, именно этим экологическим аспектам необходимо уделить повышенное внимание и, по возможности, снизить воздействие окрасочно-отделочных производств на окружающую среду.

В настоящее время наиболее остро стоит проблема очистки сточных вод предприятий по окраске тканей. Это обусловлено значительным количеством и широким разнообразием состава образующихся стоков (они представлены отработанными растворами красильных и других ванн, про-

мывными водами, содержащими красители и вспомогательные вещества), неравномерностью их поступления на очистные сооружения, что вызывает сложность удаления из них загрязняющих веществ и требует организации многостадийного процесса очистки [1].

В работе проводились исследования по очистке сточных вод с использованием отходов производства – отработанных измельченных до пылевидного состояния ионитов (применяли катионит марки КУ-2 и анионит марки АВ-17, образующиеся в процессах водоподготовки на промышленных предприятиях и теплоэнергетических объектах) и лигносульфонатов натрия (отход производства целлюлозы по сульфитному способу). Данные материалы, находясь в жидкости, представляют собой полиэлектролиты. Взаимодействие противоположно заряженных полиэлектролитов и красителей в водной среде приводит к самопроизвольному образованию полиэлектролитных комплексов (ПЭК). В зависимости от различных факторов (соотношения между противоположно заряженными группами в полиэлектролите и красителе, концентрации веществ и т.д.) эти комплексы могут быть нерастворимы в воде [2].

Объектом исследования служили модельные сточные воды, содержащие кислотный краситель Найлозан бирюзовый F-5G в концентрациях 10–100 мг/л. Величина рН растворов составляла 7,1. В пробу вносили навеску катионита и (или) анионита или отдельно приготовленные растворы, содержащие полиэлектролитные комплексы, полученные путем смешения раствора лигносульфонатов натрия и анионита в определенном массовом соотношении. Концентрация сорбента в пробе составляла 4 г/л, время взаимодействия сорбента с красителем – 1,5 часа. Пробу периодически перемешивали. Эффективность очистки оценивали по величине оптической плотности раствора до и после процесса сорбции.

Результаты исследований представлены на рис. 1 и 2.

Из рис. 1 видно, что высокие значения степени очистки сточных вод (достигающие 87%) наблюдаются в пробах, куда добавили катионит и анионит в соотношениях 1:2, 1:3 и 1:4, что обусловлено образованием полиэлектролитных комплексов за счет связей, возникающих между функциональными группами анионита и красителя, или с получением «тройных» ПЭК состава катионит – анионит – краситель. Однако следует отметить, что степень очистки изменяется незначительно при увеличении вводимого в пробу анионита относительно катионита в диапазоне соотношений 1:2, 1:3, 1:4.

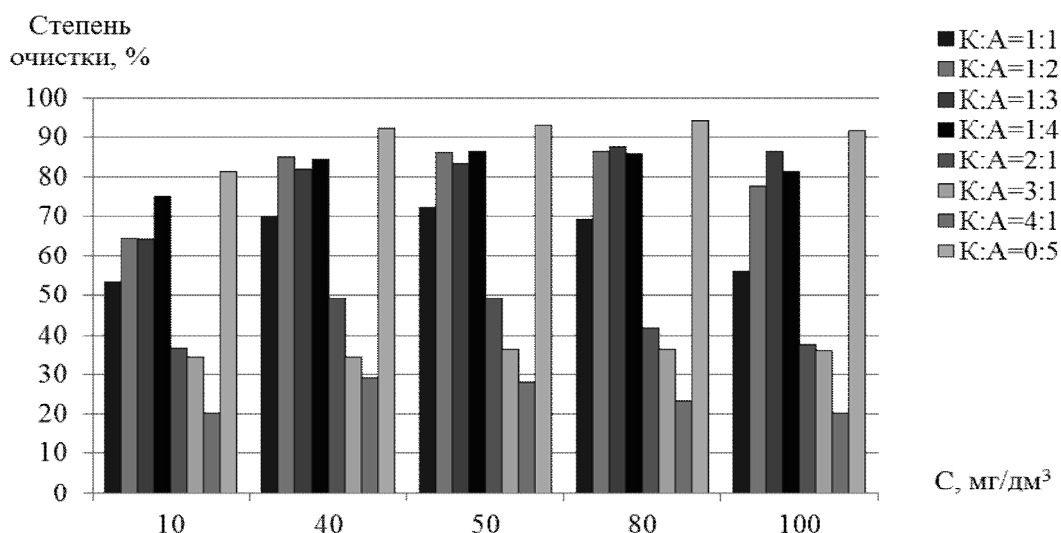


Рис. 1. Эффективность очистки сточных вод в зависимости от концентрации красителя в пробе при добавлении катионита (К) и анионита (А)

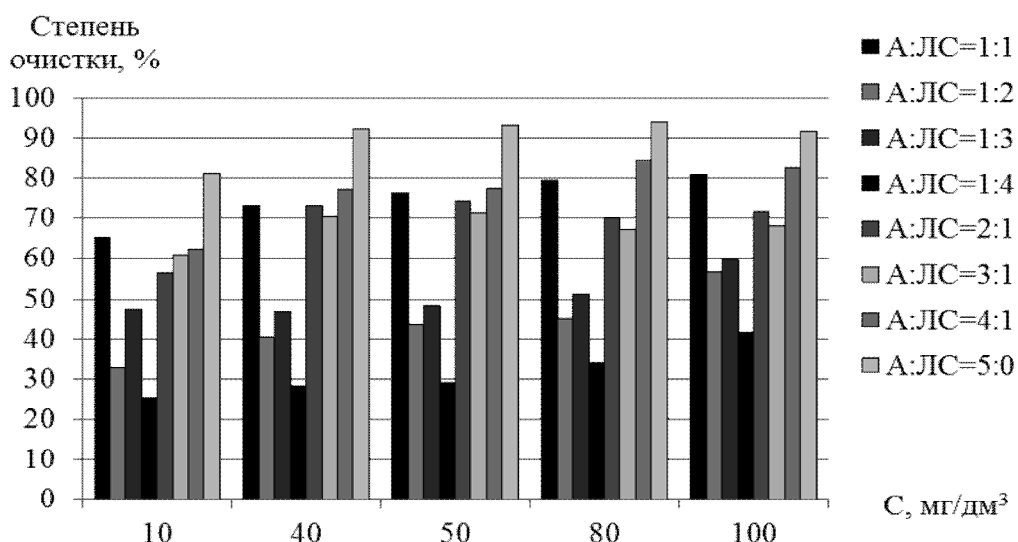


Рис. 2. Эффективность очистки сточных вод в зависимости от концентрации красителя в пробе при добавлении анионита (А) и лигносульфонатов натрия (ЛС)

Вместе с тем эффективность очистки сточных вод от красителя в рассматриваемых пробах выше по сравнению с пробами, в которых преобладает катионит. Это является закономерным, так как в смеси содержится больше положительно заряженных функциональных групп анионита.

Наибольшей степенью очистки (94,1%) характеризуется проба, в которую добавили только анионит, что обусловлено высоким содержанием положительно заряженных функциональных групп, способных взаимодействовать с сульфогруппами красителя. При этом добавление в сточную воду только катионита не привело к изменению содержания красителя в растворе.

Высокие значения степени очистки сточных вод (до 84,6%) наблюдаются в пробе, куда добавили анионит и лигносульфонаты натрия в массовом соотношении 4:1 (рис. 2). Это обусловлено удалением красителя за

счет электростатического взаимодействия функциональных групп сорбента и красителя, сорбционных свойств поверхности полиэлектролитных комплексов состава анионит–лигносульфонаты, а также путем образования «тройных» ПЭК состава анионит–краситель–лигносульфонаты.

Для достижения высокой эффективности очистки сточных вод красильно-отделочных производств необходимо осуществлять подбор режимов и уточнять условия проведения процесса очистки с учетом состава сточных вод и характеристик отработанных анионитов.

### Литература

1. Васильев Г.В. Водное хозяйство и очистка сточных вод предприятий текстильной промышленности / Г.В. Васильев, Ю.М. Ласков, Е.Г. Васильева. М., 1976. 217 с.
2. Кабанов В.А. Физико-химические основы и перспективы применения растворимых интерполиэлектролитных комплексов (обзор) / В.А. Кабанов // Высокомолекулярные соединения. 1994. Т. 36. №2. С. 183-197.

#### **СЕКЦИЯ 4**

### **ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ КАК КОНТРОЛЬ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

**А.А. Беляченко<sup>1</sup>, А.В. Беляченко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ОРНИТОФАУНЫ ЗАКАЗНИКА «САРАТОВСКИЙ»**

В настоящее время компьютерная обработка данных является неотъемлемой частью любого экологического исследования. Часто возникает необходимость визуализировать данные по распределению видов растений и животных, вычислить какие-либо производные показатели, оценить степень их пространственной неоднородности или закономерности изменения. Современное программно-аппаратное обеспечение позволяет использовать в экологических исследованиях такое средство как картографическое моделирование. Картографирование как научный метод имеет большой потенциал при проведении зоогеографических исследований, оценке биологического разнообразия территории, выделении и мониторинге границ ареалов, моделировании популяционных трендов [1, 2]. Одним из прикладных аспектов картографирования является также обоснование охранного статуса различных территорий. Вместе с тем картографическое моделирование методически достаточно сложно, а в ходе самого процесса возникает ряд принципиальных вопросов, от решения которых зависят полнота обработки данных, а также сопоставимость результатов, полученных разными исследователями.

Сбор и анализ первичных данных можно разделить на несколько этапов. На первом этапе проводились количественные учеты птиц. Динамика населения птиц изучалась с конца апреля по середину июля 2011–2014 гг. на фиксированных маршрутах. Места встреч птиц фиксировались при помощи GPS-навигатора Garmin 60 CSx в проекции координат WGS 84. Для лучшей «привязки» к местности и упрощения процедуры расчета обилия птиц осуществлялся также трекинг маршрутов перемещения учетчика. Точки трека ставились через каждые 50 м при движении пешком или через 100 м при перемещении на автомобиле. Ключевые точки маршрута (начало, конец, крутые повороты) и точки встреч редких птиц фиксировались при помощи GPS-навигатора отдельно. В дневнике посещения также фиксировались ключевые точки маршрута, отмечались видовая принад-



лежность и количество учтенных птиц каждого вида. Нередко делались пометки, касающиеся возраста птиц или особенностей их поведения.

На втором этапе после посещения маршрутов первичные данные переносились в компьютер, сохранялись и просматривались при помощи программы OziExplorer 4.1 [6]. Для удобства работы в качестве картографической основы использованы автоматически оцифрованные в программе SASPlanet 14.03.03 [7] карты масштаба 1:100 000.

Третий этап заключался в подготовке картографической основы геоинформационной системы. Для этого использовалась программа MapINFO 10.0.1 [8] с приложением Vertical Mapper 3.1.1 [9]. Для подготовки картографической основы карты масштаба 1:100 000 оцифровывались в проекции, соответствующей проекции координат, заложенной в GPS-навигаторе и OziExplorer, с тем чтобы данные были конвертируемы из одной программы в другую. Оцифровка карт осуществлялась по пяти точкам. Растровой основой подготавливаемой карты служил космический снимок участка территории по данным программы GoogleEarth 6.0.0.1.

Для выявления закономерностей распределения различных видов птиц по территории участка использовалась прямоугольная координатная сетка с фиксированным шагом 0,001 градуса. Сетка формировалась при помощи надстройки «Координатная сетка» программы MapINFO и сохранялась в отдельный файл.

На четвертом этапе работы с первичными данными для каждого вида птиц создавалась отдельная таблица MapINFO. Для этого в векторном графическом слое, наложенном на созданную ранее картографическую основу ГИС в те квадраты координатной сетки, где вид был отмечен в ходе учетов, ставились точки. Таким образом, по окончании подготовительных работ в рабочем каталоге программы MapINFO оказывается набор карт с точками регистраций каждого вида по ряду одноименных квадратов координатной сетки.

Для дальнейшего анализа распределения биологического разнообразия по территории заказника потребовалась совместная обработка большого количества карт с однородной информацией. На этом этапе работы выполняется задача объединения карт регистрации различных видов птиц для оценки распределения суммарного числа видов по территории заказника. Для решения этой задачи в рабочем каталоге программы MapINFO создается файл База\_видов.tab. Таблица этого файла после обработки будет содержать  $n+4$  столбца, где  $n$  – число видов птиц, по которым производится суммирование, три первых столбца – позиция квадрата в координатной сетке, последний столбец – количество видов птиц в каждом квадрате координатной сетки.

На завершающем этапе работы решается задача континуализации дискретных данных по видовой плотности птиц в учётных квадратах. В нашем случае таблица База\_видов.tab служит основой для создания интерполированной поверхности («гриды») в Vertical Mapper. Процесс простейшей интерполяции приводит к созданию двухмерной поверхности. Кроме того, в

Vertical Mapper есть специальный менеджер, который позволяет получить из готового растрового изображения очень выразительную трехмерную поверхность. При этом ровная поверхность соответствует участкам территории, где видовая плотность птиц невелика, а «горы» и «пики» обозначают местообитания с высоким видовым разнообразием.

Следующим шагом является создание векторных изолиний, которые могут быть наложены на любую картографическую основу. Изолинии позволяют видеть подстилающие их слои с другими изображениями, тогда как полигоны дают более красочную картину, но «перекрывают» лежащие под ними слои. Параметры изолиний можно настраивать: менять интервал между ними, добавлять или удалять интервалы, менять цветовую палитру.

Анализ полученной карты позволил выявить значительную неравномерность пространственного размещения участков с большим разнообразием и их тесную связь с долиной р. Еруслан, а также со степными балками, перегороженными многочисленными плотинами. В итоге максимальное видовое разнообразие (до 20 видов/100 га) связано с крупными прудами и водохранилищем в балке Лесной к востоку от р.п. Мокроус. Это обусловлено оптимальным сочетанием экологических условий в водоёмах. Они обладают большой площадью и глубиной, в них сравнительно богатая ихтиофауна, берега покрыты развитой прибрежно-водной растительностью. С плотностью от 10 до 15 видов/100 га заселены более мелкие по размерам рыбопродуктивные пруды, сток и обводненность которых определяются хозяйственными потребностями. Самая низкая видовая плотность птиц (5 видов/100 га) зафиксирована по берегам пересыхающей реки Еруслан и мелких прудов, используемых для водопоя сельскохозяйственных животных.

## Литература

1. Берлянт А.М. Картографический метод исследования / А.М. Берлянт. М.: Изд-во МГУ, 1978. 251 с.
2. Заиканов В.Г. Подходы к геоэкологическому картографированию урбанизированной территории / В.Г. Заиканов, Т.Б. Минакова, М.А. Патренков // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геоэкология. 2010. № 4. С. 336–350.
3. Методы количественных учётов и морфологических исследований наземных позвоночных животных: учеб.-метод. пособие / Беляченко А.В., Шляхтин Г.В., Филиппов А.О., Мосолова Е.Ю., Мельников Е.Ю., Ермохин М.В., Табачишин В.Г., Емельянов А.В. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2014. 148 с.
4. Introduction to distance sampling. Estimating abundance of biological populations / Buckland S.T., Anderson D.R., Burnham K.P. et al. Oxford: Oxford University Press, 2005. 432 p.
5. Беляченко А.А. Факторы динамики населения птиц ГПЗ «Саратовский» / А.А. Беляченко, А.В. Беляченко // Научные труды национального парка «Хвалынский». Вып. 6, часть I. Саратов: ООО «Буква», 2014. С. 67–75.
6. OziExplorer 4.1q. Режим доступа: <http://www.ozieplorer.com/> (дата обращения 15.02.2015).
7. SASPlanet 14.03.03. Режим доступа: <http://sasgis.ru/sasplaneta/> (дата обращения 15.02.2015).

8. MapINFO 10.0.1 Professional Edition. Режим доступа: <http://www.mapinfo.ru/> (дата обращения 15.02.2015).

9. VerticalMapper 3.0.1. Режим доступа: <http://www.estimap.ru/Программноеобеспечение/ДополнительноеПОдляMapInfo/VerticalMapper/tabid/59/Default.aspx> (дата обращения 15.02.2015).

**О.Г. Горохова**

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

## **ФИТОПЛАНКТОН ВОДОЁМОВ ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ЭТАЛОННЫХ ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЕГИОНА**

Исследование фитопланктона водоёмов особо охраняемых природных территорий позволяет рассмотреть этот компонент биоты в условиях минимального антропогенного воздействия, что актуально для неблагоприятных в экологическом отношении регионов. Для Самарской области характерны большая концентрация городского населения, сельскохозяйственного и промышленного производства, высокая нагрузка на окружающую среду [6]. Вместе с тем многообразие природных условий, наличие уникальных объектов и ландшафтов, высокое биоразнообразие способствовали созданию сети ООПТ различных категорий, занимающих около 14% её площади [6]. В 2006 г. Жигулёвский государственный заповедник получил сертификат ЮНЕСКО о создании Средне-Волжского комплексного биосферного резервата (СВБР), включающего сам заповедник, НП «Самарская Лука» и ряд охраняемых территорий в переходной зоне [3].

Водные объекты области подвержены значительному антропогенному воздействию в результате их комплексного использования. В «Голубой книге Самарской области» [1] дана характеристика охраняемых и эталонных водотоков и водоёмов, приведены критерии их выделения [7]. К ним отнесены гидробиоценозы, в составе которых есть редкие и охраняемые виды растений и животных, а также имеющие значение для поддержания численности отдельных неохраняемых видов. Редкими для Самарской области являются гидробиоценозы болот, охраняемыми предложено сделать гидробиоценозы озёр, родников, малых рек и лечебных источников [7]. В ходе плановых гидробиологических исследований ИЭВБ РАН было проведено комплексное изучение малых эвтрофных водных объектов СВБР, имеющих статус охраняемых (памятников природы областного, районного значения) или находящихся на охраняемых территориях федерального значения. На территории НП «Самарская Лука» и памятника природы «Рачейский бор» исследованы озёра естественного происхождения (1–3), в Жигулёвском заповеднике изучены водоёмы, образовавшиеся в карьерах (4), исследованные пруды (5) расположены у населённых пунктов в

пределах территории СВБР (таблица). Многие водоёмы находятся в лесу и почти не посещаются, некоторые озёра подвержены рекреации, наиболее активно используются пруды. Водоёмы разнообразны по гидрологическим и гидрохимическим параметрам, для большинства из них характерно высокое содержание общего фосфора в воде [4]. Фитопланктон их был изучен по характеристикам флористического и структурного разнообразия и количественным параметрам. Для хранения информации создана пополняемая база данных, содержащая сведения о нахождении видов, их численности и биомассе в водоёмах СВБР и другие. В таблице приведены средние значения и пределы изменения удельного видового богатства фитопланктона (число видов в пробе), его биомассы, индексов разнообразия (Hb) и выравненности обилий видов в группах исследованных водоёмов.

Некоторые характеристики фитопланктонных сообществ водоёмов СВБР\*

Группы водоёмов	Число видов в пробе	Биомасса, мг/л	Индекс Шеннона	Индекс Пиелу
1. Озёра волжской поймы и надпойменной террасы	<u>48</u> 17-83	<u>16,26</u> 0,53-37,40	<u>3,33</u> 3,00-4,02	<u>0,67</u> 0,48-0,79
2. Карстовые озёра	<u>30</u> 17-41	<u>27,50</u> 1,71-42,73	<u>2,48</u> 2,11-2,68	<u>0,53</u> 0,44-0,63
3. Озёра в ландшафте верховых болот	<u>42</u> 36-46	<u>11,64</u> 4,77-16,42	<u>3,23</u> 2,48-3,62	<u>0,61</u> 0,45-0,71
4. Водоёмы в карьерах	<u>34</u> 10-49	<u>20,25</u> 1,33-45,13	<u>2,59</u> 1,35-3,18	<u>0,53</u> 0,35-0,64
5. Пруды	<u>34</u> 15-52	<u>29,19</u> 9,84-57,14	<u>2,21</u> 1,42-2,66	<u>0,42</u> 0,35-0,57

\* над чертой средняя величина, под чертой – пределы её изменения в группах водоёмов

Как видно, насыщенные видами альгоценозы с наиболее высокими показателями разнообразия и выравненности формировались в водоёмах естественного происхождения (1, 3), лишь в биотопически более однородных карстовых озёрах (2) эти показатели снижены. В водоёмах искусственного происхождения (4) и прудах (5) видовое богатство ниже, величины биоценологических индексов меньше при большем размахе их колебания.

Для морфометрически малых водных объектов урбанизированных территорий частыми проблемами становятся: поступление избытка биогенов, приводящее к эвтрофикации и «цветению» воды; ландшафтные изменения и загрязнение на водосборах; рекреация и т.д. Результаты исследований фитопланктона эвтрофных малых водоёмов СВБР, близких к «нормативному» состоянию, могут быть использованы в качестве фоновых, служить основой для сравнения в мониторинге малых водных экосистем региона и оценке степени негативных антропогенных воздействий на них.

При разработке мер по сохранению биоразнообразия и выделении охраняемого водного объекта одним из критериев является наличие в нём редких видов. В изученных водоёмах СВБР почти треть видов водорослей

внутриродового ранга (29% из 909) были найдены только в каком-либо одном из них. Методологические подходы к отбору редких видов водорослей в настоящее время находятся в стадии разработки и обсуждения [5]. Некоторые из обнаруженных в водоёмах СВБР видов по литературным данным считаются редкими на определенных территориях, для большинства же информации недостаточно. В издание «Красная книга Самарской области» [2] внесены 8 видов водорослей. Из них *Thalassiosira bramaeputrae* (Ehr.) Håk. et Locker, *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz. (диатомовые водоросли), *Volvox aureus* Ehr. (зелёные) и *Gomphosphaeria lacustris* Chod. (цианопрокариоты) характеризуются как виды с численностью «стабильной, от относительно низкой до крайне низкой» [2]. К видам с «крайне низкой численностью» отнесены *Heteromastix angulata* Korsch. (зелёные), *Tolypella prolifera* (Ziz ex A. Braun) Leonh. (харовые) и *Diplopsalis acuta* (Apstein) Entz (динофитовые). Вид *Woronichinia naegeliana* (Ung.) Elenk. (цианопрокариоты) отнесён к «вероятно исчезнувшим в Самарской области таксонам». Для сохранения этих видов в естественных условиях рекомендовано «выявление новых мест обитания и организация территорий охраны».

В пределах СВБР вид *W. naegeliana* встречен в 9 водоёмах, в двух из них с численностью более 10% от суммарной фитопланктона (доминант). Виды *T. fenestrata* и *G. lacustris* отмечены в 5 и 9 водоёмах (соответственно) и принадлежали к субдоминантам (численность достигала 5–10%). Единично в 1–4 водоёмах отмечены *D. acuta* и *V. aureus*, а также *H. angulata* (= *Nephroselmis olivacea* Stein). Виды *T. prolifera* и *T. bramaeputrae* в исследованных водоёмах не встречены.

Выявление мест обитания редких таксонов, а также наличие большого числа единично отмеченных видов водорослей в водоёмах СВБР требует сбора и критического анализа информации об их встречаемости и значимости во всех гидрологических и гидрохимических типах водных объектов Самарской области и смежных ей территорий.

#### Литература

1. Голубая книга Самарской области: редкие и охраняемые гидробиоценозы / под ред. Г.С. Розенберга, С.В. Саксонова. Самара: СамНЦ РАН, 2007. 200 с.
2. Красная книга Самарской области. Т.1. Редкие виды растений, лишайников и грибов / под ред. Г.С. Розенберга, С.В. Саксонова. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2007. 372 с.
3. Краснобаев Ю.П. Средне-Волжский комплексный биосферный резерват / Ю.П. Краснобаев, Т.Ф. Чап // Степной бюлл. 2009. № 26. С. 27-30.
4. Номоконова В.И. Гидрохимический режим и трофическое состояние озер Самарской Луки и сопредельной территории / В.И. Номоконова // Изв. СамНЦ РАН. 2009. № 1. С. 155-164.
5. Основы альгосозологии / под. ред. Н.В. Кондратьевой, П.М. Царенко. Киев: Академперіодика, 2008. 480 с.
6. Розенберг Г.С. Волжский бассейн: на пути к устойчивому развитию. / Г.С. Розенберг. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2009. 477 с.

7. Розенберг Г.С. Критерии выделения редких гидробиоценозов Самарской области / Г.С. Розенберг, И.А. Евланов, С.В. Саксонов // Голубая книга Самарской области: редкие и охраняемые гидробиоценозы. Самара: СамНЦ РАН, 2007. С. 45-48.

**О.Н. Давиденко**

Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

## **К ВОПРОСУ О СОХРАНЕНИИ УНИКАЛЬНОЙ ГАЛОФИЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Цель работы – характеристика растительного покрова некоторых территорий Саратовской области, перспективных для организации новых комплексных памятников природы с галофильной растительностью, и обоснование необходимости придания им природоохранного статуса.

Исследования проводились в 2008–2014 гг. на территории саратовского Заволжья. Растительность изучалась с использованием стандартных методик фитоценологических описаний, принятых для наземной растительности [1]. Всего за период исследования выполнено более 500 описаний галофильной растительности, что позволило с высокой степенью достоверности судить о частоте встречаемости и характере распространения по территории саратовского Заволжья сообществ разных ассоциаций.

На основании данных о современном распространении сообществ с доминированием и с участием редких видов галофитов по территории саратовского Заволжья, а также современного статуса этих видов даны рекомендации отнести к категории регионально редких около 30 ассоциаций галофильной растительности. Из всех изученных территорий наиболее перспективными для организации новых памятников природы с галофильной растительностью, на наш взгляд, являются озера Бол. и Мал. Морцы Озинского района, окрестности пруда Новиковский Новоузенского района и долина реки Мал. Узень на границе Новоузенского и Алгайского районов.

Озеро Бол. Морец и его окрестности являются местообитаниями ценопопуляций семи редких видов растений и двух видов, рекомендуемых к включению в третье издание Красной книги Саратовской области: *Limonium suffruticosum*, *Iris pumila*, *Glycyrrhiza glabra*, *Tamarix laxa*, *Ofaiston monandrum*, *Frankenia hirsuta*, *Halocnemum strobilaceum*, *Hymenolobus procumbens*, *Ruppia maritima*. В окрестностях озера Мал. Морец отмечены ценопопуляции охраняемых видов – *Frankenia hirsuta* и *Glycyrrhiza glabra*, а в самом озере – крупные популяции *Hippuris vulgaris* и *Ceratophyllum tanaiticum*. Новые сведения о составе галофильной растительности озера Бол. Морец, полученные нами в 2014 году, позволяют отнести эту территорию к уникальной по составу ассоциаций солончаковой растительности, значительная часть которых не встречается больше нигде на территории области.

В пруду Новиковском и его окрестностях из редких видов растений отмечены *Ceratophyllum tanaiticum*, *Parmelia vagans*, *Glycyrrhiza glabra*, *Atraphaxis replicata*. Кроме того, здесь отмечены новые для Саратовской области ассоциации галофильной растительности из формаций *Salsola laricina* и *Atraphaxis frutescens*, описанные впервые для территории региона [2]. В настоящий момент имеются все основания считать их регионально редкими фитоценозами, дополняющими список уникальных сообществ области [3].

В долине реки Малый Узень отмечены два редких вида: *Ruppia maritima* (во временном солоноватом водоеме), *Frankenia hirsuta* (на солончаке гидроморфном). Руппия морская является в данном солоноватом водоеме единственным ценозообразователем. Это третье известное для области местонахождение данного вида. На данном участке разнообразно представлена галофильная растительность (сообщества не менее 18 ассоциаций из 9 формаций), вокруг солоноватого водоема хорошо выражена поясность растительности.

Таким образом, на территории Саратовской области можно выделить, по имеющимся на сегодняшний день данным, три уникальных участка с галофильной растительностью: озера Большой и Малый Морцы и их окрестности, полупустынные ландшафты у пруда Новиковский и долину реки Малый Узень. Полученные данные позволяют рекомендовать все три территории к охране в статусе комплексных памятников природы.

### Литература

1. Матвеев Н.М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны): учеб. пособие / Н.М. Матвеев. Самара: СамГУ, 2006. 311 с.
2. Давиденко О.Н. Новые ассоциации галофитной растительности саратовского Заволжья / О.Н. Давиденко // Изв. Сарат. гос. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2014. Т. 14. Вып. 1. С. 95-98.
3. Давиденко О.Н. К вопросу о паспортизации редких растительных сообществ Саратовской области / О.Н. Давиденко, С.А. Невский // Аграрный научный журнал. 2014. № 3. С. 16- 19.

**И.В. Дроздова, Н.В. Алексеева-Попова, А.И. Беляева**

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург

### **УРОВЕНЬ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Мониторинг антропогенно нарушенных территорий занимает особое место среди программ, направленных на улучшение экологической ситуации в России. Перспективным подходом к оценке экологического состояния окружающей среды является биоиндикация. Она предусматривает исследова-

ние особенностей миграции и аккумуляции поллютантов, в том числе тяжелых металлов (ТМ) в системе почва – растение, являющейся интегральным индикатором многолетних процессов загрязнения окружающей среды. В настоящее время общепризнанно, что степень антропогенного воздействия на природные системы невозможно оценить без детального анализа состояния фоновых биологических, биокосных и косных систем вне урбанизированных территорий или сферы влияния локальных источников загрязнения.

Наша работа была проведена с целью установления фонового содержания ряда ТМ в почвах и растениях особо охраняемых природных территорий (ООПТ) г. Санкт-Петербурга. В границах Санкт-Петербурга расположена шесть ООПТ – два заказника и четыре памятника природы. Их общая площадь составляет примерно 2150 га, что немногим более 1% площади города. Наше исследование проводилось в четырех из них: заказниках «Юнтоловский» и «Гладышевский» и на территории памятников природы «Парк «Сергиевка» и «Комаровский берег». Заказник «Юнтоловский» расположен на северном побережье Невской губы Финского залива, в Приморском районе Санкт-Петербурга. Это одна из немногих в мире природных территорий, расположенных среди кварталов многомиллионного города. Парк «Сергиевка» находится в непосредственной близости от города, на юго-восточном побережье Финского залива. Памятник природы «Комаровский берег» расположен на северном побережье Финского залива, в Курортном районе Санкт-Петербурга. Заказник «Гладышевский» находится в южной части Карельского перешейка на территории двух субъектов Федерации – Выборгского района Ленинградской области и Курортного района Санкт-Петербурга. В пределах этих ООПТ на 12 пробных площадях (ПП) отбирались пробы почв из верхнего корнеобитаемого слоя на глубину 10–15 см, а также образцы видов растений – доминантов и содоминантов растительных сообществ. Всего было собрано 27 образцов почв и 122 образца растений. Содержание Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Cd, Cr, Pb в растениях и почвах определяли на спектрометре «Квант АФА» фирмы «КОРТЭК», Россия. Анализу подвергалась вегетативная надземная часть травянистых растений целиком, а также листья древесных растений и кустарничков. Исходя из характера распределения концентраций элементов в образцах растений и почв, оценку достоверности различий между ООПТ по изученным параметрам проводили с использованием непараметрического критерия Краскела-Уоллиса.

Полученные данные показывают диапазон изменчивости содержания ТМ в почвах в фоновых условиях среды. Установлено, что наиболее низким содержанием ТМ – приоритетных загрязнителей среды – Cd, Ni, Cu, Zn, Co характеризуются почвы Гладышевского заказника. Последние статистически значимо различаются по уровням содержания этих элементов с почвами Юнтоловского заказника и парка «Сергиевка», при отсутствии значимых различий с почвами парка природы «Комаровский берег» (табл. 1).



Таблица 1

Среднее содержание кислоторастворимых форм тяжелых металлов  
в почвах, мг/кг сухой почвы, ( $M \pm \sigma$ ),  $n=27$

Тяжелые металлы	ООПТ			
	Юнтоловский заказник	Парк «Сергеевка»	Гладышевский заказник	Комаровский берег
Fe	1719 $\pm$ 258	1281 $\pm$ 158	1444 $\pm$ 236	1739 $\pm$ 779
Zn	32.3 $\pm$ 7.87**	13.1 $\pm$ 2.98	5.05 $\pm$ 1.18	2.48 $\pm$ 0.57
Mn	65.3 $\pm$ 12.0**	32.0 $\pm$ 10.0	20.3 $\pm$ 7.44	83.1 $\pm$ 54.0
Cu	11.8 $\pm$ 2.40*	6.61 $\pm$ 0.93**	3.52 $\pm$ 0.30	2.94 $\pm$ 0.99
Ni	4.73 $\pm$ 0.60**	3.48 $\pm$ 0.60**	1.42 $\pm$ 0.31	1.42 $\pm$ 0.41
Co	1.52 $\pm$ 0.05**	1.27 $\pm$ 0.20**	0.45 $\pm$ 0.06	0.39 $\pm$ 0.01
Cd	0.30 $\pm$ 0.03**	0.13 $\pm$ 0.03	0.07 $\pm$ 0.02	0.14 $\pm$ 0.05
Pb	25.7 $\pm$ 4.27*	13.7 $\pm$ 1.28	14.2 $\pm$ 3.05	19.9 $\pm$ 7.71
Cr	0.19 $\pm$ 0.03**	1.32 $\pm$ 0.07	1.02 $\pm$ 0.14	0.46 $\pm$ 0.12

Примечание. Уровень значимости различий здесь и в табл. 2, 3: \* –  $<0.05$ , \*\* –  $<0.01$ .

Таблица 2

Среднее содержание тяжелых металлов в высших сосудистых растениях,  
мг/кг сухой биомассы, ( $M \pm \sigma$ ),  $n=109$

Тяжелые металлы	ООПТ			
	Юнтоловский заказник	Парк «Сергеевка»	Гладышевский заказник	Комаровский берег
Fe	67.5 $\pm$ 8.53	96.3 $\pm$ 5.86**	42.6 $\pm$ 1.85	61.0 $\pm$ 4.11*
Zn	76.0 $\pm$ 13.9*	29.4 $\pm$ 3.31*	48.4 $\pm$ 9.39	32.1 $\pm$ 3.06
Mn	855 $\pm$ 101	520 $\pm$ 127	869 $\pm$ 122	1066 $\pm$ 134
Cu	5.48 $\pm$ 0.49	5.71 $\pm$ 0.25	5.42 $\pm$ 0.39	4.62 $\pm$ 0.35
Ni	1.53 $\pm$ 0.17	2.44 $\pm$ 0.19*	1.80 $\pm$ 0.17	1.13 $\pm$ 0.12**
Co	0.33 $\pm$ 0.04**	0.34 $\pm$ 0.04**	0.10 $\pm$ 0.02	0.24 $\pm$ 0.04
Cd	0.38 $\pm$ 0.15	0.13 $\pm$ 0.02	0.16 $\pm$ 0.02	0.12 $\pm$ 0.02
Pb	1.29 $\pm$ 0.14	1.97 $\pm$ 0.09**	1.34 $\pm$ 0.11	1.78 $\pm$ 0.14*
Cr	0.21 $\pm$ 0.02**	1.38 $\pm$ 0.05	1.20 $\pm$ 0.07	0.84 $\pm$ 0.12

Таблица 3

Среднее содержание тяжелых металлов во мхах, мг/кг сухой биомассы, ( $M \pm \sigma$ ),  $n=13$

Тяжелые металлы	ООПТ			
	Юнтоловский заказник	Парк «Сергеевка»	Гладышевский заказник	Комаровский берег
Fe	334 $\pm$ 28.0*	629 $\pm$ 87.2**	185 $\pm$ 45.0	180 $\pm$ 26.4
Zn	59.0 $\pm$ 3.20**	67.0 $\pm$ 5.74**	37.6 $\pm$ 3.40	38.1 $\pm$ 2.79
Mn	258 $\pm$ 21.3	349 $\pm$ 44.1	282 $\pm$ 40.7	477 $\pm$ 50.0*
Cu	6.61 $\pm$ 0.54	8.70 $\pm$ 0.84	5.07 $\pm$ 0.85	7.50 $\pm$ 1.02
Ni	1.99 $\pm$ 0.16	3.80 $\pm$ 0.21**	1.58 $\pm$ 0.23	1.22 $\pm$ 0.09
Co	0.49 $\pm$ 0.08	1.68 $\pm$ 0.25**	0.32 $\pm$ 0.05	0.49 $\pm$ 0.05
Cd	0.24 $\pm$ 0.02	0.35 $\pm$ 0.03*	0.23 $\pm$ 0.02	0.23 $\pm$ 0.03
Pb	7.36 $\pm$ 1.03**	7.02 $\pm$ 0.56*	4.23 $\pm$ 0.82	5.50 $\pm$ 0.63
Cr	1.16 $\pm$ 0.06	2.56 $\pm$ 0.22**	1.09 $\pm$ 0.09	0.56 $\pm$ 0.03**

Поскольку в высших сосудистых растениях уровень аккумуляции таких загрязнителей среды как Ni, Co, Cd, Pb, Cr часто недостаточен для

определения их фоновых региональных содержаний, в качестве объектов были использованы листостебельные мхи.

Показано, что уровень накопления ТМ, особенно Fe, Pb, Ni, Cu, Co, во мхах выше по сравнению с высшими сосудистыми растениями на всех изученных пробных площадях. Широко распространенные на северо-западе области листостебельные мхи являются хорошими индикаторами для определения почвенного и аэротехногенного загрязнения среды и оценки экологической безопасности.

Наибольшей экологической чистотой отличается территория заказника Гладышевский, уровень аккумуляции ТМ в растениях и почвах которого можно рассматривать как региональный фон. Полученные результаты могут быть использованы для оценки воздействия ТМ на почвенный и растительный покров в зонах возможного загрязнения.

**М.А. Клевцова, А.И. Якунин**

Воронежский государственный университет

### **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) НА ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

Для предотвращения деградации природной среды на территории Воронежской области создано 190 особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Общеизвестно, что необходима организация систематических наблюдений за состоянием ООПТ.

В наших исследованиях в качестве индикатора выступал наиболее широко распространенный на территории Воронежской области вид хвойных растений – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). В полевой период 2012–2013 гг. проводились наблюдения на 4 пробных площадках, заложенных в насаждениях, примыкающих к Центральной усадьбе Воронежского биосферного заповедника.

В настоящее время существует множество методов индикации антропогенной трансформации экосистем, однако большинство из них не могут выявить нарушения на ранних стадиях.

В научных исследованиях для оценки степени антропогенной нагрузки используют различные отклонения от нормы у растительных организмов. Наиболее общедоступным является морфологический подход. Ответные реакции *Pinus sylvestris* L. на наличие загрязняющих веществ в среде обитания неспецифичны и отражают общий уровень загрязнения территории. Сосна обыкновенная подходит для исследований по ряду причин, основными из которых можно назвать следующие: 1) данный вид чутко реагирует на малейшее изменение условий произрастания, в том числе и

загрязнение среды; 2) сосна широко распространена, благодаря чему упрощается проблема сравнимости данных из разных регионов.

Нами использовалась методика, широко применяемая для мониторинга лесов европейской части России по программе ICP-Forests (методика ЕЭК ООН) [2]. В качестве биоиндикационных параметров выступали дефолиация и пожелтение кроны, по комбинации которых определялось общее жизненное состояние (ОЖС).

Одним из наиболее информативных признаков является преждевременное опадение хвои (дефолиация), которая в большинстве случаев наблюдается после появления некрозов или хлорозов. Примерами служат уменьшение продолжительности жизни хвои, сбрасывание молодой хвои под влиянием диоксида серы. Дефолиация приводит к сокращению ассимилирующей площади, а следовательно, к сокращению прироста, а иногда к растрескиванию почек и преждевременному образованию новых побегов. Для индикационных целей могут быть использованы и другие анатомо-морфологические признаки, например прирост побегов.

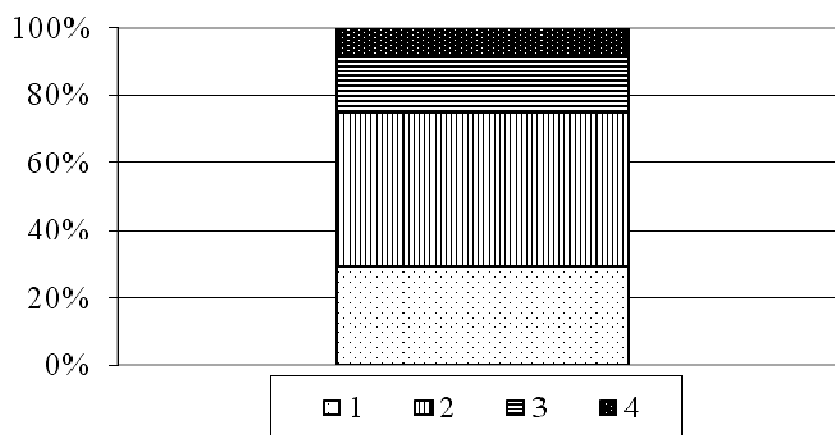
Регулярные биоиндикационные наблюдения, проводимые нами на 4 пробных площадках, являются наиболее простым и понятным способом организации отбора модельных деревьев. В качестве эталонных экземпляров было отобрано 96 особей, что позволило получить репрезентативные данные. Возраст деревьев 40–50 лет, высота от 30 до 37 м, диаметр стволов от 18 до 35 см.

В пределах исследуемых насаждений многие деревья имеют искривлённые стволы. Следует отметить, что сухостой практически отсутствует. Количество старых и молодых шишек достаточно большое. Некоторые деревья имеют механические повреждения коры (задиры, сухобочины) и посторонние предметы в виде скворечников.

В таблице и на рисунке приведены результаты оценки жизненного состояния древостоев сосны обыкновенной на одной из пробных площадок в 2013 г.

Общее жизненное состояние (ОЖС) древостоев (июнь 2013 г.)

Балл ОЖС	Количество деревьев на площадке с данным баллом ОЖС	Процент деревьев с данным баллом ОЖС	Накопленная сумма, %
0	7	29,2	50
1	11	45,8	75,0
2	4	16,7	91,7
3	2	8,3	100,0
4	0	-	-
5	0	-	-
Σ	24	100,0	-



Распределение по классам жизненного состояния  
древостоев сосны обыкновенной (июнь 2013 г.)

На основе проведенных нами исследований можно сделать следующие выводы:

Во-первых, биоиндикационные методы позволяют решать задачи экологического мониторинга в тех случаях, когда совокупность факторов антропогенного давления на экосистемы трудно или неудобно измерять непосредственно. Кроме того, отклонения у растительных организмов являются следствием комплексного воздействия экологических факторов, что очень важно для оценки прогнозируемого состояния окружающей среды. Следовательно, биоиндикационные методы являются интегральными и позволяют наиболее объективно оценить состояние окружающей среды.

Во-вторых, выбор эталонных участков является неотъемлемой частью системы мониторинга. Использование именно комбинированных биоиндикационных показателей при оценке жизненного состояния древостоев позволяет получить достоверные данные.

Оценка древостоев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на исследуемых пробных площадках показала, что сухостой отсутствует, основную долю составляют здоровые экземпляры, жизненное состояние хорошее. Ухудшения древостоев по сравнению с 2012 г. не наблюдается [1]. Следовательно, качество окружающей среды не вызывает опасений. Данная территория может быть использована в качестве эталонного участка для проведения фоновых мониторингов, а сосна обыкновенная является достоверным видом-биоиндикатором.

### Литература

1. Клевцова М.А. Оценка жизненного состояния сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на особо охраняемых природных территориях / М.А. Клевцова, М.В. Рассадников, А.В. Миронов // Экология России: на пути к инновациям. 2014. № 9. С. 33–36.
2. Методика организации и проведения работ по мониторингу лесов европейской части России по программе ICP-Forests (методика ЕЭК ООН): инструкция. М.: Федеральная служба лесного хозяйства России, 1995. 42 с.

## **СОСТОЯНИЕ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

В Республике Татарстан (РТ) ель произрастает на пределе своего ареала, здесь проходит южная граница её распространения. Ограничивают прирост и распространение ели летние засухи, особенно повторяющиеся несколько лет подряд [1]. Вследствие экстремальной засухи 2010 года отмечается сильное ослабление еловых насаждений, в которых произошло массовое заселение древостоя стволовыми вредителями, такими как короед-типограф, большой еловый лубоед, короед шестизубчатый. Степень поражения составляет от 10 до 80% в зависимости от состава и возраста насаждений, характера проведенных в них лесохозяйственных мероприятий. Наиболее подвержены усыханию средне- и старовозрастные насаждения и культуры, их устойчивость снижена рубками прореживания, санитарно-выборочными и проходными.

Цель настоящей работы: оценить санитарное состояние контрольных участков еловых лесов, не подвергавшихся хозяйственной деятельности, и опытных объектов Татарской ЛОС по постепенным рубкам в плюсовом насаждении ели и пихты (эталонные объекты по ведению лесного хозяйства в подзоне хвойно-широколиственных лесов РТ).

Объектами исследования явились участки еловых насаждений в Волжско-Камском государственном природном биосферном заповеднике, в Илетском участковом лесничестве ГКУ «Ислейтарское лесничество», а также стационарные селекционные объекты в ГКУ «Сабинское лесничество» РТ. Основные таксационные показатели получены на основе сплошного перечета деревьев на пробных площадях и учетных площадках и измерения модельных и учетных деревьев по стандартным методикам [2, 3]. Характер распределения деревьев ели по категориям санитарного состояния и частоту встречаемости отдельных вредителей и патогенов определяли согласно опубликованному методу [4].

*Объекты в Раифском лесничестве Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника (без лесохозяйственных мероприятий).*

Объект № 1. Естественные насаждения смешанного состава (5ЕЗЛп1С1Б) на площади 0,3 га в типе леса Е<sub>пр</sub>, в ТЛУ Сз в квартале 127 (выдел 16). Возраст ели – 55 и 120 лет. Объект представляет собой насаждение I класса бонитета с благонадежным подростом и самосевом ели куртинного характера в количестве 4400 шт./га. В подлеске – рябина, липа, в травостое – ландыш, костяника, осока, папоротник. Преобладают деревья ели 1-й категории санитарного состояния (80%), средний диаметр 22 см,

средняя высота 26 м, запас 460 м<sup>3</sup>/га, 4% деревьев ели поражены стволовыми вредителями.

Объект № 2. Естественные разновозрастные насаждения смешанного состава (5ЕЗБ2Лп) на площади 0,4 га в типе леса Е<sub>кс</sub>, в ТЛУ С<sub>2</sub> в квартале 128 (выдел 12). Возраст ели – 60, 120 лет. Объект представляет собой насаждение I класса бонитета с благонадежным подростом и самосевом ели куртинного характера в количестве 1500 шт./га. Запас – 412 м<sup>3</sup>/га, средний диаметр ели – 32 см, высота – 27 м. В подлеске – рябина, липа, лещина, в травостое – ландыш, костяника, осока, папоротник, копытень. Преобладают деревья ели 1-ой категории санитарного состояния (65%), единичные деревья 4–6 категорий поражены стволовыми вредителями. Встречается обильно плодоносящая ель.

Объект № 3. Естественные насаждения смешанного состава (6ЕЗС2Б) с запасом 445 м<sup>3</sup>/га на площади 0,5 га в типе леса Е<sub>пр</sub>, в ТЛУ С<sub>3</sub> в квартале 121 (выдел 8). Возраст ели – 60, 90, 120 лет. Объект представляет собой насаждение I класса бонитета с благонадежным подростом ели куртинного характера в количестве 6400 шт./га. Преобладают деревья ели 1-й категории со средним диаметром 25 см и средней высотой 25 м, единичные деревья поражены стволовыми вредителями. В подросте также береза (высотой 0,6-1,0 м в количестве 800 шт./га), дуб (высотой 0,6-1,0 м, 400 шт./га), подлесок редкий, представлен рябиной, в травостое – ландыш, костяника, осока, черника, брусника. Участок находится в низине, в глубине лесного массива.

*Участок еловых насаждений в долине реки Илеть.* Естественное насаждение ели на площади 0,4 га в Илетском участковом лесничестве в квартале 20 (выдел 15). Возраст ели 60 и 30 лет, рубок ухода не проводилось. Объект представляет собой разновозрастное насаждение смешанного состава (8Е1С1Б) с запасом 205 м<sup>3</sup>/га, деревья ели относятся преимущественно к 1-й категории, средний диаметр 18 см, средняя высота 19 м, пораженности стволовыми вредителями и болезнями не обнаружено. В подросте – ель, дуб, береза, в подлеске бересклет, ракитник, можжевельник. Санитарное состояние хорошее. Обильно плодоносит ель.

*Опытный объект постепенных рубок в плюсовом насаждении ели и пихты.* Заложен в квартале 296 (выдел 28) Мешербашского лесничества ГКУ «Сабинское лесничество» в 1989 году на площади 3,3 га в типе леса Елп. Возраст ели (и пихты): 15, 50-60, 80 лет. Происхождение – из сохранившегося подроста и II яруса после постепенных рубок в 1964, 1971, 1985, 2004–2005 гг. Рубки и возобновительные меры на втором приеме селекции и формирования проведены как система куртинно-котловинно-выборочных рубок возобновления и ухода [5]. По результатам обследования в 2014 году 74,8% (0,61 тыс. шт./га) деревьев ели и пихты отнесены к 1-й категории санитарного состояния, средняя высота ели – 21,9 м, диаметр – 21 см, запас – 287 м<sup>3</sup>/га. Благонадежный подрост и самосев пихты и ели куртинного характера свиде-

тельствуют о том, что у этого леса есть будущее. В подросте встречаются береза, липа, вяз, т.е. формируется смешанное разновозрастное елово-пихтово-лиственственное насаждение.

**Заключение.** Естественные разновозрастные насаждения смешанного состава с участием ели (4-7 единиц), с благонадежным подростом и самосевом ели, с густым подлеском из мягколиственных пород, расположенные вдали от трасс, в глубине лесных массивов, в долинах рек, насаждения, в которых в последние 10 лет не проводились лесохозяйственные мероприятия либо были проведены постепенные 2-3 приемные рубки на селекционно-экологической основе, имеют высокие лесоводственно-таксационные показатели и характеризуются повышенной устойчивостью к неблагоприятным факторам среды и антропогенным воздействиям.

### Литература

1. Краснобаева К.В. Динамика прироста в толщину древостоев ельника-кисличника в зависимости от климатических факторов / К.В. Краснобаева // Лесоведение. 1972. № 4. С. 51-56.
2. Полевой справочник лесоустроителя. Волго-Вятское кн. изд-во, 1966. 172 с.
3. Массовые таблицы объёмов и сортиментов для лесов Татарской АССР. Казань: Татполиграф, 1938. 60 с.
4. Маслов А.Д. Короед-типограф и усыхание еловых лесов / А.Д. Маслов. М.: ВНИИЛМ, 2010. 138 с.
5. Краснобаева К.В. Системный подход в исследовании, организации и ведении хозяйства в лесах хвойно-широколиственной подзоны и лесостепи на примере лесов Татарстана / К.В. Краснобаева // Проблемы лесного хозяйства Среднего Поволжья и пути их решения. Пушкино, 2001. С. 10-19.

**Л.С. Мурачёва, М.А. Моржикова**

Калининградский государственный технический университет

### **АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ЛАНДШАФТНОГО КУРОРТА Г. СВЕТЛОГОРСКА**

Калининградская область расположена на берегу Балтийского моря. В регионе находятся особо охраняемые природные территории (ООПТ), исторические достопримечательности, памятники природы, города-курорты.

С 2005 года сотрудники кафедры агропочвоведения и агроэкологии осуществляют регулярный мониторинг городских лесопарков г. Светлогорска (бывший Раушен). Впервые небольшое поселение Раушен упоминается в орденское время (1258 г.). С XIX века поселение развивается как ландшафтный курорт [1].

В работе применены традиционные методы геоботанических, лесотаксационных и почвенных исследований. В полевых условиях закладыва-

лись полнопрофильные почвенные разрезы, проводилась диагностика почв согласно классификациям 1977 и 2004 гг. [2, 3].

Рельеф Светлогорска формировался под воздействием береговых абразионно-аккумулятивных и эоловых процессов. Поэтому в городе часто встречаются подъемы и спуски (при движении по склонам дюн). Такие перепады высот несколько затрудняют составление проектов и работу ландшафтных дизайнеров. Однако это же свойство открывает широкий простор для авторских решений.

В озеленении города-курорта ведущая роль принадлежит дендрофлоре; кустарниковые, травянистые и другие низкорослые декоративные растения развиваются под покровом древесных форм. Следовательно, одним из основных экологических факторов, ограничивающих развитие растений, применяемых в зелёном строительстве, является световое довольствие. Помимо экологических факторов, на подбор растений для ландшафтного дизайна в г. Светлогорске влияет следующее:

1. Природно-климатические условия региона благоприятны для роста и развития многих декоративных растений. Среди них большой удельный вес занимают интродуценты – более 500 видов.

2. Мягкость климата увеличивает вегетационный период, период декоративности растений; полевые работы проводятся с ранней весны до поздней осени.

Важнейшим фактором внешней среды, несомненно, является оценка почв как эдафотопы растительного организма.

На территории объекта исследования преобладают почвы дерново-подзолистые легкого гранулометрического состава. Для морфологической характеристики дерново-слабоподзолистых песчаных почв приводим описание разреза 1, заложенного на вершине катены (табл. 1).

Таблица 1

Описание почвенного разреза заложенного на ТПП 1

Глубина профиля, см	Описание профиля
A <sub>0</sub> <u>0-5</u> 5	коричнево-серая лесная подстилка
A <sub>1</sub> <u>5-20</u> 15	темно-серый, увлажненный, песчаный, бесструктурный, рыхлый, корни растений, переход ясный
A <sub>2</sub> <u>20-30</u> 10	пепельно-серый, подзолистый, увлажненный, песчаный, бесструктурный, рыхлый, корни растений, переход ясный;
B <u>30-70</u> 40	желто-охристый, влажный, песчаный, бесструктурный, рыхлый, редкие включения гравия, переход постепенный;
C <u>70-135</u> 65	светло-желтый мелкозернистый песок, слабоуплотненный, влажный, бесструктурный, единичные светло-охристые пятна внизу горизонта.

Почва: дерново-подзолистая песчаная на водно-ледниковых отложениях. Физико-химические свойства почвы дерново-подзолистой песчаной на водно-ледниковых отложениях приведены в табл. 2.



Таблица 2

## Физико-химические свойства почвы

Номер разреза	Горизонт	Глубина	pH <sub>KCl</sub>	Подвижные формы, мг на 100 г почвы		Гумус, %
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
1	A <sub>1</sub>	5-20	4,8	25,0	25,0	4,9
	A <sub>2</sub>	20-30	4,0	24,8	24,9	-
	B	30-70	6,4	25,0	25,0	-
	C	70-135	6,6	25,0	25,0	-

Таблица 3

Классификация экологических групп растений  
по требованию к почвенному плодородию

Олиготрофы	Мезотрофы	Эвтрофы
пихта одноцветная ( <i>Abies concolor</i> L.)	гингко двулопастный ( <i>Ginkgo biloba</i> L.)	пихта Вича ( <i>Abies veitchii</i> L.)
сосна горная ( <i>Pinus mugo</i> L.)	пихта сибирская ( <i>Abies sibirica</i> Ledeb.)	таксодий обыкновенный ( <i>Taxodium distichum</i> L.)
сосна обыкновенная ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	пихта бальзамическая ( <i>Abies balsamea</i> Ledeb.)	туя западная ( <i>Thuja occidentalis</i> L.)
сосна черная ( <i>Pinus nigra</i> L.)	пихта белая ( <i>Abies alba</i> L.)	туя гигантская ( <i>Thuja plicata</i> L.)
можжевельник горизон- тальный, или распростер- тый ( <i>Juniperus horizontalis</i> Moench)	кипарисовик горохоплод- ный ( <i>Chamaecyparis</i> <i>pisifera</i> Link)	
можжевельник казацкий ( <i>Juniperus sabina</i> L.)	можжевельник обыкно- венный ( <i>Juniperus communis</i> L.)	
тисс ягодный ( <i>Taxus baccata</i> L.)		

Реакция среды меняется от среднекислой (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>) до нейтральной (B и C). Возможно, был привнос солей с моря посредством ветра. Они вымывались и меняли реакцию в нижних горизонтах.

В настоящее время свойства почвы отличаются контрастностью (наличие лесной подстилки, иллювиального горизонта). Но есть признаки, указывающие на то, что она использовалась человеком – сравнительно низкая кислотность нижних горизонтов, высокое содержание гумуса.

Почва богата фосфором и калием, хорошо гумусирована. Она обладает достаточно высоким плодородием для большинства декоративных культур. В табл. 3 представлен перечень древесных пород, предложенных для озеленения объекта.

Проведённый анализ показал, что большинство растений относятся к мезотрофам и олиготрофам.

В табл. 4 приведён анализ экологических групп растений по отношению к освещённости.

Таблица 4

## Классификация экологических групп растений по требованию к освещенности

Облигатные гелиофиты	Факультативные гелиофиты	Сциофиты
<i>Abies veitchii</i> L.	<i>Ginkgo biloba</i> L.	<i>Taxus baccata</i> L.
<i>Abies concolor</i> L.	<i>Abies sibirica</i> Ledeb.	
<i>Taxodium distichum</i> L.	<i>Abies balsamea</i> Ledeb.	
	<i>Abies alba</i> L.	
	<i>Pinus mugo</i> L.	
	<i>Pinus sylvestris</i> L.	
	<i>Pinus nigra</i> L.	
	<i>Thuja occidentalis</i> L.	
	<i>Thuja plicata</i> L.	
	<i>Chamaecyparis pisifera</i> Link.	
	<i>Juniperus horizontalis</i> Moench.	
	<i>Juniperus communis</i> L.	
	<i>Juniperus sabina</i> L.	

Проведённый анализ показал, что большинство растений относятся к факультативным гелиофитам – видам, которые могут жить при хорошем освещении, но легко переносят и затенённые места.

Из исследования можно сделать следующие выводы:

1. На территории объекта выявлен видовой состав дендрофлоры представленный следующими родами: пихта (*Abies*), ель (*Picea*), сосна (*Pinus*), можжевельник (*Juniperus*), туя (*Thuja*), кипарисовик (*Chamaecyparis*), самшит (*Buxus*), робиния (*Robinia*), клен (*Acer*).

2. Измерение освещенности проведено методом последовательных фотоснимков в течение светового дня.

3. Почвы классифицированы как дерново-подзолистые песчаные на водно-ледниковых отложениях. Содержание гумуса 4,9%. pH<sub>KCl</sub> верхнего горизонта 4,8.

4. Декоративные растения подобраны в соответствии с зонами освещенности: 1) полной тени – ель колючая (*Picea pungens* Engelm.), туя западная (*Thuja occidentalis* L.), тисс ягодный (*Taxus baccata* L.), плющ (*Hedera sp.*); 2) временной тени – ель канадская (*Picea alba* Link.), туя гигантская (*Thuja plicata* L.), можжевельник горизонтальный (*Juniperus horizontalis* Moench), клен платановидный (*Acer platanoides* L.); 3) рассеянной тени – пихта одноцветная (*Abies concolor* L.), сосна горная (*Pinus mugo* L.), бересклет европейский (*Euonymus europaea* L.), камелия японская (*Camellia japonica* L.); 4) не испытывающие недостатка в освещении – пихта Вича (*Abies veitchii* L.), сосна румелийская (*Pinus peuce* L.), береза повислая (*Betula pendula* Roth.).

5. Рекомендованы редкие виды: гинкго двулопастный (*Ginkgo biloba* L.), пихта Вича (*Abies veitchii* L.), сосна румелийская (*Pinus peuce* L.), таксодий обыкновенный (*Taxodium distichum* L.), тисс ягодный (*Taxus baccata* L.).

## Литература

1. Калининградская область / В.В. Орленок, Г.М. Федоров. Калининград: Мастерская «Коллекция», 2011. 96 с.
2. Классификация и диагностика почв СССР / сост. В.В. Егоров, В.М. Фриндланд, Е.Н. Иванова и др. М.: Колос, 1977. 224 с.
3. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

**С.А. Невский, О.Н. Давиденко**

Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

### **ПОЧВЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «НИЖНЕ-БАННОВСКИЙ»**

Памятник природы «Нижне-Банновский», находящийся на территории Красноармейского района Саратовской области, является интересным объектом для рассмотрения основных закономерностей распределения различных типов растительности в условиях степной зоны. Зональными здесь являются типчаковые и типчаково-ковыльные степи, однако значительные территории покрыты лесом. Исследования почв и растительности памятника природы проводились в 2008–2014 годах по общепринятым методикам [1, 2].

На изученной территории из трех характерных для Приволжской возвышенности поверхностей выравнивания хорошо представлены две – средняя и нижняя. Общий характер растительного покрова первой и второй ступеней различается незначительно. Основными растительными сообществами являются различные варианты степей. Лесная растительность приурочена к овражно-балочной сети обеих ступеней денудации Приволжской возвышенности, причем состав и структура лесных сообществ первой и второй ступеней значительно различаются. Связано это с неодинаковыми условиями увлажнения и возрастом данных элементов рельефа.

Для оврагов первой ступени денудации характерны пятнистый и поясный типы распределения растительности. Разнообразие сообществ напрямую зависит от стадии формирования оврага и слагающих его пород. Здесь можно выделить четыре основных типа оврагов. Первый тип объединяет начальные стадии формирования оврага. Здесь отмечены черноземовидная степная каменистая и черноземовидная степная почвы разной степени смытости. Для растительности характерна наибольшая сомкнутость, преобладание степных элементов, преимущественно ксеромезо- и мезоксерофитов. Глубина таких оврагов невелика, стенки пологие, поэтому сюда проникают растения из окружающих степных ценозов. Для каменистых субстратов наиболее характерны сообщества грудницевой форма-

ции со значительным участием степного разнотравья. На супесчаных породах преобладают сообщества типчаковой формации.

Второй тип оврагов характеризуется наличием крутых высоких стен и узкого днища. Верхняя и средняя части склонов сложены мергелистыми породами, днище и нижние части склонов – песчаными. Почвы – литосоль карбонатная, регосоль, дерновая степная супесчаная, дерново-карбонатная степная. В таких условиях растительность распределена поясами. Характер растительности устья и истока оврага сходен. В самой верхней, наиболее крутой части склонов на каменистых карбонатных породах доминирует иссоп меловой (*Hyssopus cretaceus*), местами отмечены заросли качима высочайшего (*Gypsophilla altissima*), встречается подмаренник сизый (*Galium glaucum*). Фитоценотическая структура не выражена, распределение растений пятнисто-групповое. Общее проективное покрытие не превышает 10%.

Днище таких оврагов, как правило, приподнято над уровнем р. Волги и сложено песчаными породами. Здесь развиваются заросли степных кустарников: розы собачьей (*Rosa canina*), боярышника волжского (*Crataegus volgensis*), терна колючего (*Prunus spinosa*).

Третий тип оврагов представляет собой более позднюю стадию развития предыдущего типа. Для него характерно широкое песчаное днище с намытыми почвами и крутые каменистые склоны, слегка выполаживающиеся книзу с литосолями карбонатными и дерново-карбонатными почвами. В составе и структуре растительности склонов много общих с предыдущим типом черт. Днище таких оврагов разнообразно по структуре растительности. Наиболее близкие к Волге участки заняты тростником обыкновенным. Далее следуют отдельные участки с доминированием ивы белой. Большая, наиболее широкая часть днища занята осинником разнотравным.

Четвертый тип оврагов сложен преимущественно песчаными породами. Овраги этого типа отличаются наибольшей глубиной. Уровень днища в них находится ниже уровня Волги, поэтому характерно образование постоянных водоемов с присущей им прибрежно-водной и водной растительностью.

Нагорно-байрачные комплексы типов местообитаний второй ступени денудации имеют более длительную историю формирования. Балки здесь относительно пологие, эрозионные процессы выражены менее интенсивно. Здесь отмечен широкий спектр почв: от протопочв на разных почвообразующих породах до сформированных серых лесных почв и черноземов. Лесная растительность представлена более широким спектром сообществ: дубравами, липняками, ольшаниками, вязовниками и осинниками. Наибольшее распространение имеют дубравы и липняки. Ольшаники и вязовники характерны для балок с постоянным проточным увлажнением. Осинники редки, встречаются главным образом по днищам балок.

## Литература

1. Тарасов А.О. Методы изучения растительности / А.О. Тарасов, С.И. Гребенюк. // Полевая практика по экологической ботанике. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1981. С. 65-85.
2. Давиденко Т.Н. Ботанико-экологический практикум: методы сбора и анализа данных / Т.Н. Давиденко и др. Саратов: ИЦ «Наука», 2011. 61 с.

**С.Н. Поликанов, В.А. Болдырев**

Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

### **ФИТОМАССА ДРЕВОСТОЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ХВАЛЫНСКИЙ»**

Вопросы количественной оценки фитомассы древостоев, а также отдельных ее фракций, активно прорабатываются с середины прошлого столетия. Одной из основных функций леса является участие в углеродном цикле, что обусловило повышение интереса исследователей к проблемам определения общей фитомассы древостоев как основных эдификаторов сообществ, в которых сосредоточена основная доля углерода экосистем [1].

Целью настоящего исследования являлась оценка запаса фитомассы чистых и смешанных древостоев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) национального парка «Хвалынский» (НПХ), расположенного в северной части Саратовского Правобережья.

Объектами исследования явились чистые и смешанные насаждения сосны обыкновенной, произрастающей на территории НПХ на дерново-карбонатной почве на мелу. Пробные площади были заложены в приземистоосоковом, ландышевом, лазурниково-купеновом, мертвопокровном и подмаренниковом сосняках, которые являются наиболее распространенными в районе исследования.

Запас фитомассы рассчитывался для каждого дерева отдельно. Для этого в каждом сообществе на учетных площадках (20 × 20 м) проводилось определение видовой принадлежности, высоты, диаметра стволов деревьев с использованием стандартных методик [2-6]. Для оценки запасов фитомассы древостоя и годового прироста использовались пересчетные коэффициенты [7]. Определение надземной фитомассы подроста и кустарников проводили взвешиванием модельных экземпляров в сыром и абсолютно сухом состоянии. Для учета надземной фитомассы травяного яруса в каждом фитоценозе травостой срезался на 10 площадках в 1 м<sup>2</sup> [8], затем из каждой пробы отбиралась навеска, которую доводили до постоянной массы при 105°C. Формула древостоя рассчитывалась исходя из запасов фитомассы. Названия видов сосудистых растений приводятся по «Флоре ...» [9] с изменениями по сводке С.К. Черепанова [10].

Лесные сообщества с преобладанием сосны, по данным лесоустройства 2011 года, занимают значительные площади на территории НПХ (5969,6 га), но в последнее время рядом исследователей отмечается тенденция увеличения доли клена остролистного (*Acer platanoides*) в составе древесного яруса [11], что соответственно отражается на запасах фитомассы.

Анализ полученных данных показал, что основной вклад в запасы фитомассы вносит древесный ярус (таблица).

Запасы фитомассы и продуктивность дубовых древостоев

Фитоценозы	Формула древостоя	Густота древостоя, экз./га	Запасы фитомассы, ц/га				
			древостой	кустарники	подрост	травостой	общий запас
Сосняк приземисто-осоковый	10С	1150	1708,7	0,72	0,00	0,91	1710,33
Сосняк ландышевый	10С	1575	2234,7	0,16	0,38	0,59	2235,83
Сосняк лазурниково-купеновый	10С	1950	3170,3	1,24	1,27	0,97	3173,77
Сосняк мертвопокровный	10С, ед. Кл.остр., Л	1875	4671,20	0,50	0,29	0,02	4672,01
Сосняк подмаренниковый	9С1Кл.пл., ед. Л	1800	6374,1	7,19	0,13	0,01	6381,43

Большинство сообществ характеризуются незначительной вариацией древесного яруса по высоте (15-21 м и диаметру стволов, 23-31 см, соответственно). Поэтому основной вклад в разницу запаса фитомассы вносит доле участие сопутствующих сосне пород, таких как клен остролистный и липа сердцелистная (*Tilia cordata*) в составе древостоя. Сосна обладает одним из самых низких показателей массы древесины, соответственно и запас фитомассы чистых сосняков характеризуется самыми низкими значениями.

Запас фитомассы подроста в исследованных фитоценозах отличается незначительно и не сильно влияет на общий запас фитомассы сообществ. Кустарниковый ярус вариабелен в разных фитоценозах, при этом наибольший вклад в высокие значения фитомассы подлеска в сосняке подмаренниковом вносит бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosa*). Для травяного яруса всех исследованных фитоценозов величины запасов фитомассы сходны, что связано с близкими значениями общего проективного покрытия видов.

Таким образом, наиболее распространенные варианты растительных сообществ НПХ с доминированием в древостое сосны обыкновенной характеризуются значительным разнообразием структурных и видовых компонентов. Смешанные сосновые насаждения имеют сходные показатели запаса фитомассы, значительно превышающие показатели в чистых фитоценозах.

## Литература

1. Старцев А.И. Фитомасса чистых и смешанных древостоев сосны обыкновенной в Нижегородской и Костромской областях / А.И. Старцев // Лесоведение. 2007. № 2. С. 51-56.
2. Сукачев В.Н. Основные понятия лесной биогеоценологии / В.Н. Сукачев // Основы лесной биогеоценологии. М.: Наука, 1964. С. 5-49.
3. Лесотаксационный справочник. М.: Лесная промышленность, 1973. 208 с.
4. Уткин А.И. Биологическая продуктивность лесов (методы изучения и результаты) / А.И. Уткин // Лесоведение и лесоводство (итоги науки и техники, ВИНТИ АН СССР). М., 1975. Т. 1. С. 9-189.
5. Корчагин А.А. Строение растительных сообществ / А.А. Корчагин // Полевая геоботаника: в 5 т. Л.: Наука, 1976. Т. 5. С. 7-320.
6. Тарасов А.О. Руководство к изучению лесов юго-востока европейской части СССР / А.О. Тарасов. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1981. 102 с.
7. Болдырев В.А. К изучению запасов фитомассы древостоя в нагорных лесах Саратовского Правобережья / В.А. Болдырев // Вопр. лесной экологии, биоценологии и охраны природы в степной зоне. Куйбышев, 1988. С. 11-14.
8. Базилевич Н.И. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах / Базилевич Н.И., Титлянова А.А., Смирнов В.В., Родин Л.Е. и др. М.: Мысль, 1978. 184 с.
9. Маевский П.Ф. Флора средней полосы Европейской части СССР / П.Ф. Маевский. Л.: Колос, 1964. 880 с.
10. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
11. Болдырев В.А. Структура и продуктивность лесов южной части Приволжской возвышенности / В.А. Болдырев // Лесоведение. 2006. № 6. С. 27-33.

**Л.А. Серова, А.А. Беляченко**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

### **ДЕНДРОПАРКИ КАК ИСТОЧНИКИ НОВЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

Дендропарки и дендросады – это территории, «созданные для формирования специальных коллекций растений в целях сохранения растительного мира и его разнообразия» [4]. Являются подходящим объектом для привлечения туристов, для демонстрации интересных видов деревьев, кустарников и сопутствующих им трав, произрастающих на других континентах, в климатических условиях, отличных от местных.

Между тем такие особо охраняемые природные территории как национальные парки и заповедники по одной из самых важных своих задач (согласно ФЗ-33 от 14 марта 1995 г.) должны сохранять «природные комплексы, уникальные и эталонные природные участки и объекты», биоразнообразие в целом, т.е. охранять природные комплексы и от внедрения новых видов растений и животных. Сохранение уникального флористическо-

го разнообразия – одна из важнейших задач федеральных особо охраняемых природных территорий.

Возможно ли выполнение такой задачи в полной мере и что необходимо предпринять для её выполнения?

Процессы, связанные с проникновением и воздействиями неаборигенных видов на местные виды и сообщества, принято именовать биологическими инвазиями чужеродных видов. Под биологическими инвазиями понимают все случаи проникновения живых организмов в экосистемы, расположенные за пределами их первоначального (обычно естественного) ареала. Таким образом, к биологическим инвазиям относятся вселения чужеродных видов, произошедшие в результате:

- естественных перемещений, связанных с флуктуациями численности и климатическими изменениями;
- преднамеренной интродукции важных в хозяйственном и эстетическом отношении организмов;
- случайных заносов с балластными водами, с импортной сельскохозяйственной продукцией, багажом, с намеренно интродуцированными видами и т.п.

Во многих случаях чужеродные виды, вступая в контакт с популяциями видов-аборигенов, существенно преобразуют структуру биоценозов, и их появление имеет глобальные экологические, экономические, а иногда и социальные последствия. Натурализовавшиеся виды являются одной из серьезнейших угроз стабильности и целостности природных экосистем. Проблема унификации флор и их обеднения особенно остро стоит для охраняемых территорий.

Примерная скорость распространения (по оценке авторов «Чёрной книги» флоры Средней России (2009) составляет: >100 м за период длительностью <50 лет для таксонов, которые распространяются семенами; >6 м за 3 года – для таксонов, распространяющихся вегетативно. Для двудомных растений, имеющих семенную репродукцию, установление факта распространения возможно только после заноса особей обоих полов.

Из всех натурализовавшихся видов, отмеченных в Европе, 64% встречаются в индустриальных местообитаниях, 58% – на пахотной земле, в парках и садах. В леса и луга, которые также чрезвычайно сильно подвержены инвазиям, вторгаются соответственно 32 и 37% всех натурализовавшихся чужеродных видов. В болота вторгается наименьшее число наземных растений – 10% чужеродных видов Европы.

При изучении истории интродукции широко натурализовавшихся в России в настоящее время растений установлено, что все из исследованных однолетних видов являются беженцами из ботанических садов, среди деревьев и кустарников – интродуцентов также велика доля «сбежавших из культуры» [2, 3].



Ведущее положение в инвазионном компоненте (51%) занимают ксенофиты (неофиты) североамериканского происхождения. Виды из Средиземноморья, Центральной и Восточной Азии играют меньшую роль и составляют по 8-10% общего числа видов.

Выполняя рекомендации Стратегии по инвазионным видам Европы, в каждом регионе необходимо вести контролирование расселения 100 наиболее вредоносных чужеродных видов. Кроме того, авторы «Чёрной книги» Средней России [3, 5] предлагают обратить внимание ещё на 48 видов растений, находящихся большей частью на первых стадиях инвазионного процесса и проявляющих тенденцию к активному расширению ареала (в этом списке оказались и виды древесной и кустарниковой жизненных форм – клён приречный, аморфа кустарниковая, карагана древовидная, свидина белая, кизильник блестящий, орех маньчжурский, жимолость татарская, пузыреплодник калинолистный, черёмуха виргинская, дуб красный, смородина золотистая, робиния псевдоакация, шиповник морщинистый, бузина красная, вяз мелколистный).

Дискуссия ботаников и экологов, а также широкий обмен информацией о случаях натурализации чужеродных видов на той или иной территории приведет к формированию более точного перечня видов растений, которые требуют первоочередного изучения и мониторинга в целях предотвращения биологических инвазий.

На сегодняшний день на территории национального парка «Хвалынский» нами обнаружено 34 вида неофитов, относящихся к 19 семействам и 33 родам.

В таксономическом спектре неофитов доминируют виды семейства Астровые, что, вероятно, связано с высокой степенью эволюционной продвинутости данного таксона, большой экологической пластичностью и адаптационным потенциалом многих видов сложноцветных. На втором месте по числу видов – семейство Капустные, что вызвано значительным количеством сорняков в этом семействе. Оставшиеся семнадцать семейств представлены двумя родами – семь, одним родом – десять семейств.

Около половины видов (47%) относится к однолетникам, что объясняется стратегией этих видов (они являются эксплерентами), для которых характерны экспансия и захват новых территорий. Хорошо представлены древесные жизненные формы: деревья (14,7%) и кустарники (20,6%), большая часть из них – одичавшие из культуры виды. По способу заноса примерно в равных долях представлены виды, случайно попавшие на эту территорию (ксенофиты) (46,9%), и виды, одичавшие из культуры (эргазиофитофиты) (53,1%). По степени натурализации неявно доминируют виды, внедряющиеся в естественные сообщества (агриофиты) (50%), чуть менее представлены виды, расселяющиеся на антропогенную территорию (эпекитофиты) (43,75%), колонофиты (виды, не расселяющиеся дальше) составляют очень малую часть – 6,25%. Таким образом, половина из обнару-

женных видов неофитов активно расселяется в некоторых естественных сообществах, чуть меньшее число видов устойчиво внедрилось в состав нарушенных растительных сообществ. Выявлено, что опасность для человека представляют 9 видов (21,9%) – большая часть видов вызывает аллергию, другие (меньшая часть) – ядовиты.

Родиной 14 видов (41%) является Северная Америка. Восемь видов (23,5%) из списка «Чёрной книги ...» и 5 видов (14,5%) – из списка видов, требующих особого внимания.

Выявленные виды-неофиты составляют 3,49% от всей флоры, в которой на сегодняшний день обнаружено 973 вида. К сожалению, имеется очень мало литературных данных по процентному содержанию неофитов на других заповедных территориях. Имеются лишь сведения по адвентивным видам (включая и археофиты). Так, в заповеднике «Басеги» (Средний Урал) адвентивная флора составляет 12% от флоры данной территории, в заповеднике «Малая Сосьва» заносная фракция составляет существенную часть флоры заповедника (19% видов являются адвентивными), специализированная флора горячих источников Кроноцкого заповедника, почти не затронутых хозяйственной деятельностью, включает более 20% адвентивных видов [1].

Виды чужеродные, попавшие в естественные экосистемы, ведут себя очень по-разному в зависимости от их биолого-экологических и других особенностей. В связи с этим необходимо тщательное изучение свойств и способностей к инвазиям каждого вида в отдельности.

16 октября 2014 г. заложен новый дендропарк национального парка «Хвалынский». Были высажены саженцы *робинии псевдоакации* (*акация белой*), *аморфы кустарниковой*, боярышника Арнольда, калины гордовины, катальпы бигониевидной, клёна полевого, магонии падуболистной, птелеи трехлистной, снежноягодника белого, а также семена гледичии трёхколючковой, *дуба красного* и ореха скального. Поскольку дендропарк расположен вблизи лесного массива, особое внимание следует обратить на виды, внесённые в список Стратегии ... и в список «black list» (выделены курсивом).

Любая интродукция нового вида в дендросад или дендропарк должна находиться под контролем специалистов. В особенности это касается дендропарков и дендросадов, находящихся на территории ООПТ (национальных парков и заповедников). Должно быть тщательно продумано и расположение дендропарка (возможно большее удаление от естественных экосистем, охраняемых в национальном парке или заповеднике), и список видов деревьев, кустарников и даже трав, которые в дендропарке предполагается культивировать.

Разумеется, наиболее оптимальным выходом содержания дендропарка на базе национального парка или заповедника как привлекательного объекта для развития туризма является максимальное использование мест-

ных видов деревьев и кустарников, а также видов, не выявляющих свои способности к передвижению, захвату новых территорий и внедрению в естественные сообщества.

Таким образом, даже заповедные территории не удастся оградить от проникновения видов извне и изменения флоры. Но изучение путей проникновения, способов заноса и степени натурализации, а также научное планирование таких мероприятий как создание дендропарков и дендросадов сделает возможным уменьшение числа видов, проникающих на охраняемые территории, а значит сохранение уникальности и своеобразия их флор.

### Литература

1. Архипова Е.А. К изучению неофитов национального парка «Хвалынский» / Е.А. Архипова, А.М. Павловский, Л.А. Серова // Адвентивная и синантропная флора России и стран ближнего зарубежья: состояние и перспективы: мат. III Международной конф. (Ижевск, 19–22 сентября 2006 г.). Ижевск, 2006. С. 12-14.
2. Валягина-Малютина Е.Т. Деревья и кустарники средней полосы европейской части России / Е.Т. Валягина-Малютина. Определитель. СПб: «Специальная Литература», 1998. 112 с.
3. Виноградова Ю.К. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России) / Ю.К. Виноградова, С.Р. Майоров, Л.В. Хорун. М.: ГЕОС, 2009. 494 с.
4. Федеральный закон от 14 марта 1995 г. № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» (с изменениями и дополнениями). Электронный ресурс: Система ГАРАНТ: <http://base.garant.ru/10107990/#ixzz3RvSATbKF>.
5. Council of Europe. 2003. European strategy on invasive alien species: Final Version [Electronic resource] / Document prepared by Genovesi P., Shine C. // NOBASS. North European and Baltic Network on Invasive Alien Species [web-сайт]. (14.05.2009). [http://www.nobanis.org/files/eu\\_strategy\\_inva.pdf](http://www.nobanis.org/files/eu_strategy_inva.pdf).

**Г.Ф. Сулейманова**

Национальный парк «Хвалынский», г. Хвалынский

### **СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И РЕКРЕАЦИОННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИТОЦЕНОЗОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ХВАЛЫНСКИЙ»**

При создании экологических троп и при выборе времени экскурсии важно учитывать следующие критерии: 1) ландшафтное разнообразие; 2) погодные условия (чистота, влажность, температура воздуха); 3) смена аспектов в фитоценозах, которые характеризуются не только красочностью, но и разнообразием природных ароматов; 4) видовая насыщенность фитоценоза, где гид может в полной мере использовать возможность показать цветущие растения, растения с интересными плодами; 5) наличие лекарственных растений; 6) наличие растений-медоносов с последующей

демонстрацией и дегустацией цветочного меда; 7) возможность увидеть животных (сурки, змеи, насекомые и их норы) и птиц, понаблюдать за ними, услышать пение птиц; 8) необычные природные объекты (большой муравейник, крутая гора, белоснежные меловые склоны, переплетающиеся деревья и др.); 9) эстетически красивые места (панорамные обзоры, старые деревья большого диаметра, грибная, земляничная поляны); 10) наличие родника – источника воды. В этой шкале критериев учтены только субъективные, независимые от человека факторы привлекательности естественных ландшафтов. Данные признаки создают настоящую ценность и перспективу для использования и развития туристического маршрута. Дальнейшее благоустройство и создание элементов инфраструктуры (дорожки, беседки, туалет, смотровые вышки, аншлаги) усиливают эту привлекательность, находятся на «службе» первой субъективной группы факторов. В настоящей статье рассматриваются некоторые теоретические вопросы смены аспектов в фитоценозах и возможности использования этого критерия в организации рекреационной деятельности национального парка «Хвалынский» (НПХ).

Для проведения фенологических исследований на территории НПХ с 2008 по 2013 гг. применялась стандартная методика фенологических наблюдений [5]. При определении растений использовались определители высших растений П.Ф. Маевского [2] и А.Г. Еленевского с соавт. [1].

В качестве индикаторов сезонного состояния растительных сообществ НПХ выявлялись виды растений, определяющие внешний облик растительного сообщества – аспективные виды, или аспектанты. Аспектами называют два явления: 1) фенологический, или сезонный, аспект – внешний вид сообщества, зависящий от чередования фенологических фаз на протяжении года; 2) синузальный, или частный, аспект – внешний вид фитоценоза, обусловленный фенологическим развитием временных синузий, сменой сезонных синузальных групп растений на протяжении вегетационного периода. На изменение общего фенологического, или сезонного, аспекта накладываются синузальные аспекты, образованные цветущими растениями или видами, имеющими окрашенные плоды или яркую зелень. Среди последних более продолжительны аспекты доминирующих видов, а иногда и второстепенных (длительно вегетирующих) видов. Частные аспекты зависят от погодных условий.

Для классификации аспектантов мы использовали идею, которую предлагает В.П. Селедец с соавт. [3]. Согласно этой классификации, при описании аспектов важно учитывать сроки, длительность, способы и повторность аспектирования растений. Время и сроки аспектирования соотносятся с фенологическими сезонами и подсезонами естественного календаря природы. При разработке нашей классификации аспектантов по срокам и длительности аспектирования использовались данные полевых ис-

следований, которые были соотнесены с существующими календарями природы [4, 6] (табл. 1).

По продолжительности аспектирования можно выделить следующие группы аспектанта: 1) кратковременное (менее одного подсезона); 2) подсезонное (не менее одного подсезона, но менее двух); 3) полусезонное (менее одного фенологического сезона); 4) сезонное (один фенологический сезон); 5) двухсезонное (два фенологических сезона); 6) трехсезонное (три фенологических сезона). Длительность аспектирования видов отражена в календаре природы.

Таблица 1

Классификация аспектанта по срокам аспектирования

Сезоны и подсезоны	Календарные сроки	Аспектанты
весна ранняя разгар весны предлетье	конец марта – начало апреля 3.04-21.04 22.04 –19.05	ранневесенние средневесенние поздневесенние
лето раннее разгар лета спад	20.05-3.06 4.06-26.08 27.08-17.09	раннелетние среднелетние позднелетние
осень золотая глубокая или поздняя	18.09-14.10 15.10-14.11	раннеосенние позднеосенние
зима	от начала установившегося снежного покрова до конца марта	зимние

Аспектирование может быть однократным (однократные аспектанта: ветреница лютиковая, первоцвет крупночашечковый и др); двукратным (двукратные аспектанта: лапчатка песчаная, василек Маршалла и др); троекратным (троекратные аспектанта) и многократным (многократные аспектанта).

Способы аспектирования многообразны: 1) антаспектанта (во время массового цветения); 2) вегааспектанта (во время вегетации: расцветивание листьев клена осенью); 3) фрукаспектанта (во время плодоношения: созревание яблок). В работе мы рассматриваем аспектирование, обусловленное массовым и ярким цветением. Практическое применение этой классификации аспектанта представлено при описании смены аспектов растительности некоторых лесных и степных фитоценозов НПХ (табл. 2).

Таблица 2

Смена аспектов растительности НП «Хвалынский» и его охранный зоны

Название растения	Сроки цветения			Аспект (цвет)	Тип аспектанта
	начало	массовое	конец		
Хохлатка Галлера	19.04	20.04-26.04	30.04	розово-фиолетовый	средневесенний, лесной опушечно-лесной
Ветреница лютиковая	24.04	25.04-29.04	4.05	желтый	средневесенний, лесной
Чина весенняя	24.04	30.04-5.05	6.05	фиолетовая мозаика на зеленом фоне	поздневесенний, лесной

Ландыш майский	10.05	18-05-25.05	1.06	белая мелкая мозаика на зеленом фоне листьев	поздневесенний-раннелетний, лесной
Подмаренник душистый	10.05	12.05-16.05	20.05	бело-зеленый	поздневесенний, лесной
Медуница неясная	19.04	24.04-30.04	8.05	розово-голубой	средне-поздневесенний, опушечно-лесной
Первоцвет крупно-чашечковый***	18.04	5.05-10.05	12.05	желтый	поздневесенний, лесной опушечно-поляннй
Прострел раскрытый***	10.04	12.04-24.04	25.04	лиловые пятна на буровато-сером фоне	средневесенний, опушечно-поляннй
Ветреница лесная***	26.04	6.05-17.05	19.05	белый	поздневесенний, опушечно-поляннй
Адонис весенний***	8.04	25.04-8.05	10.05	желто-золотистый на буровато-сером, затем на зеленом фоне	средне-поздневесенний, опушечно-поляннй, степной
Пион тонколи-стный **	15.04	5.05-18.05	20.05	бордовый на сочно-зеленом фоне	поздневесенний, опушечно-поляннй, лугово-степной, степной
Гусиный лук малый	17.04	20.04-13.05	16.05	желтый	средне-поздневесенний, степной
Лапчатка песчаная	23.04	24.04-30.04	16.05	желтый	средневесенний, степной
Василек Маршалла	08.05	16.05-05.06	10.06	розово-фиолетовый	поздневесенний, раннелетний, степной
Ковыль перистый**	15.05	19.05-3.06	16.06	бело-серебристый	поздневесенний, ранне-позднелетний, степной
Земляника лесная	15.05	17.05-28.05	30.05	зелено-белый	лугово-степной
Вязель разноцветный	30.05	05.06-20.06	8.07	светло-розовый	среднелетний, лугово-степной
Подмаренник настоящий	9.06	15.06-10.07	14.07	оранжево-желтый	среднелетний, лугово-степной
Ковыль волосатик	27.06	28.06-10.07	17.07	бело-серебристо-зеленый	среднелетний, степной
Шалфей поникающий	29.05	6.06-15.06	30.06	фиолетово-зеленый	среднелетний, степной

Галателла узколистная	11.08	13.08-15.09	20.09	фиолетово-зеленый	средне-позднелетний, степной
Астра ромашковидная	12.07	25.07-22.08	15.09	розово-фиолетовый	средне-позднелетний, лугово-степной
Ортантелла желтая	24.07	27.07-03.08	05.08	желтая дымка	среднелетний, степной

\*– данные за 2008 год (ранняя весна); \*\*– вид занесен в Красную книгу РФ;

\*\*\*– вид занесен в Красную книгу Саратовской области

В названии аспектанта отражена основная фитоценотическая приуроченность вида. Отмечены аспектаны: лесной, опушечно-лесной, лугово-степной, опушечно-полянный, степной. Из антропогенных местообитаний в рекреационно-туристской зоне парка, помимо дорожных откосов, насыпей, пустырей, следует выделить минерализованные полосы, а также склоны меловых холмов на горнолыжной трассе. Для них характерен малоизменяющийся по сезонам фенологический аспект: для минерализованных полос – бело-серый, а для меловых склонов – белоснежный аспект. Таким образом, антропогенные виды-аспектанты для этих местообитаний не были выделены.

Как известно, главным следствием рекреационно-туристического использования растительного покрова является антропогенная трансформация природных экосистем [3]. Осознание необходимости исключить хозяйственную деятельность на особо ценных территориях привело к созданию в России системы заповедников и национальных парков, которая развивается и совершенствуется. Наряду с задачей организации рекреации и туризма главной задачей остается сохранение природного разнообразия в процессе природопользования. Рекреация приводит к сменам природных сообществ – антропогенным сукцессиям. Возникает новая задача: своевременно организовать систему слежения (мониторинга) за состоянием фитоценозов и переориентировать туристические потоки, когда это необходимо.

Важным ориентиром при организации рекреационно-туристической деятельности в НПХ может стать календарь природы, в котором следует учитывать особенности рекреационного природопользования и природно-хозяйственной ситуации в целом. Так, для целей рекреационного природопользования на территории НПХ и его охранный зоны предлагается следующая периодизация года, в которой учтены важнейшие фенологические явления и смены аспектов фитоценозов.

*Первый период* (8 марта – 3 апреля) – от начала снеготаяния до массового цветения мать-и-мачехи, гусиного лука (желтый аспект), фиалки холмовой (сиренево-голубой на буром фоне), цветение лещины.

*Второй период* (5–15 апреля) – от снеготаяния до цветения осины, начала цветения березы, тополя.

*Третий период* (16–30 апреля) – меняется зимний белый аспект Волги сначала на сероватый (таяние льда), затем на синюю гладь после движения льдин и очищения реки ото льда; начало цветения эфемероидов: прострела раскрытого (сиренево-розовый аспект), ириса низкого (фиолетовая и желтая мозаика), хохлатки (розово-фиолетовый аспект). В остальном в травяном покрове преобладают желтые аспекты (тюльпан Бибириштейна, адонис весенний и волжский, чистяк весенний, бурачек ленский). Начало зеленения березы повислой, бересклета бородавчатого. Появление бабочек-лимонниц, крапивниц, пробуждение муравьев. Начало цветения клена остролистного, клена американского, дуба черешчатого (желто-зелено-светло-коричневый аспект). К концу периода зацветает черемуха (белый аспект), появляются сурки.

*Четвертый период* (1-9 мая) – начало и массовое цветение яблони, терна (белый аспект), миндаля низкого (розовато-белый аспект); в травяно-кустарниковом ярусе преобладают желтый (цветение одуванчика), оранжево-желтый (дрок красильный), лимонно-желтый (первоцвет крупночашечковый) аспекты. Начало цветения ковыля перистого, пиона тонколистного, рябчика русского.

*Пятый период* (10-20 мая) – сомкнутость кроны деревьев в лесу достигает 50% и более; под пологом леса массово цветет ландыш майский (белый аспект) и купена многоцветковая. В степях продолжает буйствовать бело-серебристый аспект ковыля перистого, бордовые всполохи пиона тонколистного, а на меловых склонах – розово-фиолетовая гамма василька Маршалла. Среди кустарников цветут черемуха, рябина (белый аспект) и сирень (фиолетово-розовый аспект). Конец цветения гусяного лука.

*Шестой период* (21-30 мая). Цветки пыльцеголовника красного сине-лиловыми крапинами вписываются в меловой ландшафт соснового леса. На степных склонах белые аспект образуют цветущие песчанка тимьянолистная, подмаренник восьмилистный; желтушник сероватый (желтый аспект), наголоватка паутинистая (розовые пятна), земляника (белая мозаика на зеленом аспекте разнотравья и злаков). Господствует бело-серебристый аспект ковыля перистого. В луговой степи преобладает сиреневый аспект мышиного горошка. На меловых склонах желтый аспект (лен уральский и солнцесвет скалоломный). Цветение клевера красного и шиповника (розово-малиновый аспект) – индикатор начала основного этапа лета.

*Седьмой период* (1-10 июня) – в травяном ярусе, кроме цветущего разнотравья (клевер альпийский, желтушник сероватый, ноня темно-бурая, колокольчик сибирский, астрагалы, василек Маршалла), господствуют сиренево-голубой (шалфей поникающий, вероники Жакена и дубровник, истод хохлатый) и розовый (чина клубненосная, вязель разноцветный) аспекты. Продолжает цвести ковыль перистый (бело-серебристый аспект). Начало цветения сныти обыкновенной, конец цветения ландыша



майского. Цветение калины, малины, бузины иллюстрирует начало «разгара лета».

*Восьмой период* (11-20 июня) – начало цветения подмаренника настоящего, зверобоя продырявленного, донника лекарственного (оранжево-желтый аспект), вяза разноцветного (светло-розовый аспект) марьянника гребенчатого (бледно-лимонный аспект), голубая мозаика аспекта цветущих вероник. Созревание плодов земляники. Цветение липы мелколистной.

*Девятый период* (21 июня – 10 июля) – от конца цветения ковыля перистого и шалфея поникающего до начала цветения ковыля волосатика (оливково-зеленый аспект). В лесу устанавливается однообразный зеленый аспект. В развитии растительности луговых и настоящих степей наблюдается максимум ростовых процессов, большое количество цветущих и благоухающих видов – подмаренник настоящий, крестовник Якова, репешок обыкновенный, люцерна румынская, пупавка красильная (оранжево-желтый аспект), душица обыкновенная (сиреневый аспект), вязель разноцветный (светло-розовый аспект), тысячелистники благородный и щетинистый, резак промежуточный (белый аспект). Созревание плодов вишни. Первый сбор меда.

*Десятый период* (11 июля – 10 августа) – массовое цветение ковыля волосатика создает оливково-серебристо-зеленый аспект. Начало цветения володушки серповидной (грязно-желтый аспект). Белый аспект создают резак промежуточный и скабиоза желтая. Зацветает дрок красильный, эспарцет песчаный, коровяк метельчатый (соответственно оранжевые, розовые и желтые вкрапления в общий аспект).

*Одиннадцатый период* (11-27 августа) – конец цветения ковыля волосатика, массовое цветение володушки серповидной (грязно-желтый аспект). Волна цветения новых видов: икотник серозеленый (белый аспект), очиток, или заячья капуста (розоватый аспект). Тимьян клоповый, бедронец-камнеломка, смолевка днепровская создают группировки сиреневого, молочного и зеленовато-белого оттенка на меловых склонах. Начинают цвести донники лекарственный и белый (желтый и белый аспект, соответственно). Сообщества настоящей степи покрываются желтой дымкой цветущей ортантеллы желтой и сиреневыми синузиями астры ромашковидной. Сурки готовятся к зимней спячке. На березе появились желтые «флаги» (1-30% пожелтевших листьев). Созревание винограда и яблок (красный аспект).

*Двенадцатый период* (28 августа – 26 сентября) – спад лета. Созревание калины. Начало отмирания многолетников на лугах, мало цветущих видов растений. Сиреневый аспект астры сменяется розовато-фиолетовым аспектом массово цветущей галателлы узколистной в настоящей степи. Унылый буровато-зелено-соломенный аспект увядающей природы оживляет начало массового цветения одуванчика позднего. Продолжают цвести донники, икотник, коровяк, скабиоза, иллюстрируя продленное цветение. Вторичное цветение лапчатки песчаной на вершинах увалов. Осенняя ок-

раска листвы деревьев: на березе 50% листьев пожелтели, груша окрасилась красно-бордовым «флагом», у яблони – листья желто-зеленые. Начало листопада у липы, дуба, сирени. Золотая осень.

*Тринадцатый период* (27 сентября – 10 октября) – конец цветения галателлы узколистной. Часто демонстрируют явления вторичного цветения виды: василек Маршалла, скабиоза исетская, колокольчик сибирский, истод хохлатый, левкой душистый, льнянка дроколистная, ветреница лесная. Конец листопада у липы.

*Четырнадцатый период* (11-30 октября) – конец хвоепада у лиственницы, конец листопада у берез, кленов, дуба. В степных фитоценозах – рыже-соломенный аспект, оранжевую окраску приобретают листья ковыля перистого после ночных заморозков. Продолжается вторичное цветение, возникают зеленые побеги и цветы у оносмы простейшей, копеечника крупноцветкового, смолевки днепровской. Период заканчивается заморозками в воздухе и на почве, но возможны возвраты тепла.

*Пятнадцатый период* (1-13 ноября) – в степи зеленый аспект от вегетирующих растений с прикорневыми розетками (лапчатка песчаная) и новой генерацией листьев (типчак, ковыль, смолевка, полыни) и мхов (80% покрытия – зеленые мхи). Конец листопада в смешанных лесах.

*Шестнадцатый период* (14 ноября – 8 марта) – предзимье, зима и предвесенье – аспекты буро-серый, соломенно-бурый, зеленовато-бурый. Часто даже в этот период снег не выпадает, но вегетация прекратилась почти полностью, затем зимний белый аспект. Рекреационная деятельность обусловлена погодными условиями и состоянием ледового покрова.

Календарь природы находится в разработке и ориентирован в данном случае для планирования работы отдела экопросвещения и туризма и непосредственно для посетителей национального парка в разные сезоны года.

Разработка научных основ рекреационного природопользования является актуальной задачей при организации научных исследований и имеет большие перспективы. Несмотря на то, что это направление мало изучено, в будущем естественный календарь природы станет важным инструментом и ориентиром при организации туристической деятельности, в частности, и в области рекреационного использования в целом наряду с его применением в сельском и лесном хозяйстве.

### Литература

1. Еленевский А.Г. Определитель сосудистых растений Саратовской области / А.Г. Еленевский, Ю.И. Буланый, В.И. Радыгина. Саратов: Изд-во «ИП Баженов», 2009. 248 с.
2. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России / П.Ф. Маевский. 10-е изд. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 600 с.
3. Селедец В.П. Сезонное развитие растительности и рекреационное использование береговой зоны залива Петра Великого (Приморский край) / В.П. Селедец, И.С. Майоров, М.В. Сырица // Вопросы экологии. Вестник Тихоокеанского государственного экономического университета. 2008. Вып. 4. С. 80-89.

4. Сулейманова Г.Ф. Календарь природы или фенологическая периодизация года в национальном парке «Хвалынский» / Г.Ф. Сулейманова // Научные труды национального парка «Хвалынский»: сб. науч. ст. Вып. 5. Саратов – Хвалынский: ООО Изд. дом «Наука», 2013. С. 17-20.

5. Филонов К.П. Летопись природы в заповедниках СССР: метод. пособие / К.П. Филонов, Ю.Д. Нухимовская. М.: Наука, 1990. 143 с.

6. Шабанов М.А. Календарь природы Саратовской области / М.А. Шабанов. Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1969. 99 с.

### **У.Э. Хужаназаров, И.Н. Исломов**

Ташкентский государственный педагогический университет имени Низами

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПАСТБИЩ ВЕРХНЕГО ПОЯСА КАШКАДАРЬИНСКОГО БАССЕЙНА**

В результате наших обследований верховьев Кашкадарьинской области выявлено, что антропогенные факторы привели к значительному изменению состояния флоры. Полученные данные позволяют сделать выводы, что степень деградации всех типов пастбищ составляла в среднем 25-50%, причем этот показатель растет год от года.

Данные научных изысканий последних лет показывают, что процессы опустынивания в Центральной Азии и Узбекистане, в частности, становятся тревожной проблемой и приобретают не только региональный, но и глобальный характер.

В результате возникла реальная опасность уменьшения популяций большого числа растительных видов лекарственных и полезных кормовых культур. Исчезновение любого биологического вида приводит к его потерям, в то время как всякий дикорастущий вид растений играет огромную роль в создании сельскохозяйственных культур. Растительное царство Узбекистана представлено 4500 видами дикорастущих растений и свыше 2000 видами грибов [2]. Среди них встречаются редкие виды, нуждающиеся в серьезной охране. Количество таких растений достигает 400 видов, что составляет 10-12% флоры Узбекистана. В южных регионах Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областей встречаются такие лекарственные растения, которые отсутствуют в других регионах или не обладают целебными свойствами. Степень и тип изменения растений, виды изменяющих их факторов, скорость и широта их изменений, а также другие подобные показатели дают возможность предсказывать опустынивание наперед. Весной и осенью на адырах, а также на светлых и типичных сероземах предгорий обнаружено широкое распространение групп крупных травяных эфемеров и эфемероидов, а в их составе определены 2 пастбищных типа растений (Адыр – Imierophyton и Среднегорья – Mediorophyton).

Груботравно-эфемеровые (*Eremopyrum orientale*, *E. buonapartis*, *Alhagi canescens*, *Convolvulus hamade*, *Lagonychium farctum* и др.) тип растительности широко распространен на низких адырах, среди богарной растительности по окраинам кишлаков на месте первичных растительных сообществ. Всё вышеперечисленное является показателем ухудшения экологических условий в экосистеме и опустынивания данной местности. Этот процесс наблюдается особенно на пастбищах и причина тому строительство новых дорог, каналов и населенных пунктов.

Геоботаническое обследование, проведенное в верховьях устья реки Кумдарьи, в частности в местообитаниях Лангар, Тарагай, Курисай, Гава-сай, Хизалак на высоте 600–900 м над уровнем моря выявило наличие крупных травянистых эфемеров и особенно разнотравных. Выявлено широкое распространение эфемерных растений вблизи кишлаков Калкама, Чамбил, Кукдала, Мозорли, Кумча. Эти местности в весенние и осенние сезоны являются источниками сытных кормовых трав с продуктивностью 2–4 центнера с гектара. На описываемых районах широко распространены следующие виды: *Artemisia turanica*, *Hulthemia persica*, *Lagonychium farctum*, *Alhagi pseudalhagi*, *Achillea santolina*, *Andrachne rotundifolia*, *Capparis spinoza*, *Centaurea squarroza*, *Delphinium semibarbatum*, *Haplophyllum latifolium*, *H. perforatum*, *Phlomis thapsoides*, *Cousinia resinoza*, *Psoralea drupacea*, *Carex pachystylis*, *Poa bulbosa*, *Taraxacum monochlamydeum*, *Ixialirion tataricum*, *Aphanopleura capillifolia*, *Carthamnus oxyacantha*, *Centaurea belangeriana*, *Diarthron vesiculosum*, *Aegilops cylindrical*, *Alyssum desertorum*, *Astragalus campylotrichus*, *A. filicaulis*, *A. rytilobus*, *Artemisia scoparia*, *Bromus macrostachys*, *B. oxyodon*, *B. danthoniae*, *Anisantha tectorum*, *Eremodaucus lehmannii*, *Eremopyrum buonapartis*, *E. orientale*, *Filago arvensis*, *Fumaria vaillantii*, *Heteranthelium piliferum*, *Hordeum leporinum*, *Koelpinia linearis*, *Lappula microcarpa*, *Papaver pavoninum*, *Taeniatherum crinitum*, *Trigonella grandiflora*, *Spinacia turkestanica*, *Vulpia myuros*, *Veronica arvensis*.

На исследованных территориях широко распространены кунгирбашиеворанговые (эфемероиды) (*Carex pachystylis*+*Poa bulbosa*) тип растительности.

Продуктивность этих территорий, где выпасают скот в весенний, осенний и частично в зимний период составляет 3,3-4,5 центнеров с гектара.

Необходимо отметить, что среди групп этих растений присутствуют и наиболее ценные в кормовом отношении виды из рода *Bromus*, *Cousinia*, *Trigonella*. Кустарниковые и полукустарниковые пастбища являются самыми аппетитными и сытными в осенне-весенний и зимние времена года практически для всех видов сельскохозяйственных животных. Эфемероидные пастбища широко распространены практически по всем регионам, начиная от пустынь до верховьев арчевников [1].

В пырейном (*Agropyron trichosporum*) типе растительности встречаются эфемеры, кустарниковые и полукустарниковые растения, которые ши-

роко распространены не только на верховьях адыров на высотах от 800 до 1500 м, их можно также обнаружить среди арчевников и кустарников на высотах до 2000 м.

В предгорьях Зеравшанских гор из-за естественных условий продуктивность эфемеров не превышает 5,8–6,2 центнеров с гектара. В Китабском, Шахрисабзском, Чиракчинских районах, считающихся верховьями Кашкадарьинской области, в составе пастбищных типов трав размножились такие виды сорной растительности как: *Hordeum leporinum*, *Lagonychium farctum*, *Trichodesma incanum*, что является показателем степени антропогенной деградации пастбищ.

Пырейные широко распространены по склонам предгорий Чакаликалон, Каратапа и составляют основную площадь пастбищ.

В составе пырейных количество древовидных и кустарниковых видов составляет 11, кустарниковых и полукустарничковых – 5, многолетних трав – 23, эфемероидов – 5, однолетних и двулетних трав – 15.

В среднегорьях среди арчевников (*Juniperus seravschanica*) распространены разнотравно-пырейные (*Agropyron trichoforum*+*Psoralea drupaceae*, *Convolvulus subhirsutus*, *Centaurea squarrosa*) и кустарниково-разнотравные типы пастбищ (*Inula macrophylla*, *Amygdalus spinosissima*, *Rosa maracandica*, *Lonicera nummulariifolia*, *Crataegus turkestanica*), на которых в основном в летний период выпасается скот. Урожайность этих пастбищ зависит от климатических условий и достигает в среднем 5,8-6,8 центнеров с гектара. Основные кормовые травы – это полынь, пырей, мятлик, костёр, осока, прангос, ферула и др.

Здесь необходимо отметить, что повторный выпас скота в арчевниках является основной причиной нарушения исторически сложившегося равновесия в экосистеме. Выявлено, что среди арчевников количество древовидных и кустарниковых видов составляет 10, кустарничковых и полукустарничковых – 3, многолетних трав – 26.

Среди многолетних трав можно отметить следующие: *Agropyron repens*, *A. trichoforum*, *Astragalus macropterus*, *Phleums phleoides*, *Phlomis olgae*, *Prangos pabularia*, *Ferula kuhistanica*, *F. bucharica*, *Rheum maximowiczii*.

Результаты многолетних наблюдений показали, что повторный выпас скота местным населением, вырубка леса на подсобные нужды, самовольный сбор лекарственных и эфирно-масличных растений ведет к деградации арчевников, сокращению площадей занимаемых этими растениями.

### Литература

1. Мустафаев С.М. Растительные ресурсы бассейна реки Кашкадарья: автореф. дис. ... канд. биол. наук / С.М. Мустафаев. Ташкент, 1966. 31 с.
2. Пратов У.П. Красная книга Республики Узбекистан. Ч. 2. Растения / У.П. Пратов, Ф.О. Хасанов. 4-е изд. Ташкент: Чинор, 2010. 398 с.

**МИКРОФИТОБЕНТОС Р. УСОЛКИ КАК ЭТАЛОННОГО ОБЪЕКТА  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ  
МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**

Вопросам охраны генофонда низших растений все еще уделяется мало внимания. Охрана микроводорослей должна базироваться на общих мероприятиях по охране окружающей среды от загрязнений, оптимизации ландшафтов, стабилизации существующих экосистем. Индивидуальная охрана отдельных видов микроскопических водорослей малоэффективна. Охране подлежат не отдельные экземпляры водорослей, а их популяции. Поэтому необходимо специальное изучение многолетней динамики этих популяций. До недавнего времени среди большинства ботаников было распространено мнение о том, что пресноводные водоросли, особенно одноклеточные, являются космополитами. Однако хорошо известно, что многие водоросли развиваются только в узком диапазоне колебаний физико-химических факторов среды и приурочены к отдельным водоемам.

Подземные воды, оказывающие бальнеологическое воздействие на организм человека, называют минеральными. Река Усолка, которая входит в бассейн р. Белой и является правым ее притоком, считается наиболее крупным водоемом в районе курорта «Красноусольск». От истока до курорта это горная река с узкой долиной и каменистым дном. Ширина реки не превышает 4-5 м, расход воды равен 0,2 м<sup>3</sup>/с, уклон 3%. Питание реки происходит за счет атмосферных осадков и подземных вод. Значительное влияние на химический состав воды оказывают минеральные источники, питающие реку. По расположению источники делятся на две группы: северную, расположенную на правом берегу, и южную, находящуюся на левом берегу р. Усолки. Длина правобережной линии источников составляет около 500 метров, которая объединяет 29 групп источников естественного происхождения [1].

Минеральные грязи залегают при выходе родников и в одной из стариц р. Усолки. У левобережной группы родников создан специальный пруд-коллектор. Мощность слоя грязи достигает здесь 0,3 м.

Первое исследование микрофитобентоса р. Усолки было проведено в ноябре 2002 г. [3]. Было выявлено 184 вида и внутривидового таксона водорослей и цианобактерий при доминировании диатомовых водорослей. В месторождении «Минеральный канал» было обнаружено 2 вида водорослей из отдела Bacillariophyta, занесенных во второй том Красной книги Республики Башкортостан (2002) как редкие виды с дизъюктивным ареалом, статус 3 (R). Выявленные виды относятся к классу Pennatophyceae, семействам Cymbellaceae и Epithemiaceae.

*Cymbella skvortzowii* Skabitsch. в России известна только в оз. Байкал и в Якутии. *Epithemia hyndmannii* W. Sm. выявлена в европейской части России. Оба вида в мире известны только на территории России.

В сентябре 2014 г. в микрофитобентосе р. Усолки было выявлено 57 видов и внутривидовых таксонов водорослей и цианобактерий (таблица) также при доминировании представителей Bacillariophyta.

Систематическая структура микрофитобентоса р. Усолки

Название объекта	Систематическая структура					
	отделов	классов	порядков	семейств	родов	видов и в\в.т.*
р. Усолка	4	7	17	20	19	57

Наибольшим видовым разнообразием отличалось семейство *Naviculaceae*. Чаще других встречались следующие виды: *Navicula exigua*, *Nitzschia recta*, *Gyrosigma acuminatum*, *Phormidium foleolarum*, *Hantzschia amphioxys*, *Navicula hasta*, *Surirella ovata*. Анализ распределения видов микрофитобентоса по зонам сапробности показал отсутствие доминирования представителей определенных зон. Выявленные в 2002 г. редкие виды не обнаружены.

Результаты дальнейших исследований позволят выявить особенности антропогенной динамики микрофитобентоса и разработать мероприятия по восстановлению уникальной флоры водорослей.

### Литература

1. Абдрахманов Р.Ф. Минеральные лечебные воды Башкортостана / Р.Ф. Абдрахманов, В.Г. Попов. Уфа: Гилем, 1999. 298 с.
2. Шкундина Ф.Б. Сравнение флоры водорослей и состава цианопрокариот некоторых охраняемых водных объектов северо-восточной части Республики Башкортостан / Ф.Б. Шкундина, Л.В. Гаврилко, А.Г. Зарипова // Вестник Башкирского гос. университета. 2012. Т. 17. № 1. С. 94–96.
3. Шкундина Ф.Б., Салимова Г.М. Влияние минеральных источников на формирование альгоценозов р. Усолка (Гафурийский район РБ) / Ф.Б. Шкундина, Г.М. Салимова // Вестник Башкирского гос. университета. 2003. Т. 8, № 1. С. 38–40.

## СЕКЦИЯ 5

### ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА И СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

С.А. Банарь<sup>1</sup>, В.А. Горская<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет;

<sup>2</sup>НМСУ «Горный», г. Санкт-Петербург

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАКРОФИТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Загрязнение атмосферы, природных вод, почвенного покрова, растительности в городах приводит к дисбалансу системы массообмена веществом и энергией между организмами и средой. Биогеохимия городов является приоритетной проблемой в экологических исследованиях. В этой связи интерес представляют экосистемы водоемов, расположенных на урбанизированных территориях, а именно изучение взаимодействия химических загрязняющих веществ и организмов. Исследование высших водных растений обусловлено их высокой продуктивностью и способностью к аккумуляции из водной среды наряду с необходимыми элементами и токсичных загрязняющих веществ. В связи с этим макрофитам уделяется внимание при разработке методов оценки экологического состояния водных экосистем с помощью биогеохимической индикации [1, 2, 4].

В задачи настоящего исследования входило рассмотрение некоторых аспектов биогеохимической деятельности макрофитов в отношении накопления ими ряда химических элементов, включая тяжелые металлы. Изучение аккумуляции химических элементов высшей водной растительностью проводилось в период с 2011 по 2012 гг. в прудах г. Санкт-Петербурга: Северный пруд Елагина о-ва, пруд Таврического сада, Большой Ольгинский пруд. Объектами исследования явились тростник обыкновенный (*Phragmites australis* Trin ex Steud), осока острая (*Carex acuta* L.), камыш лесной (*Scirpus sylvaticus* L.). Пробы растений высушивали и озоляли при температуре 450°C в муфельной печи. Химический состав золы растений определялся рентгенофлуоресцентным методом.

Ряд содержания микроэлементов у обследованных видов макрофитов таков:

Тростник обыкновенный –  $Mn > Fe > Rb > Sr > Cu > Zn$ ;

Осока острая –  $Fe > Mn > Zn > Rb > Sr > Cu$ ;

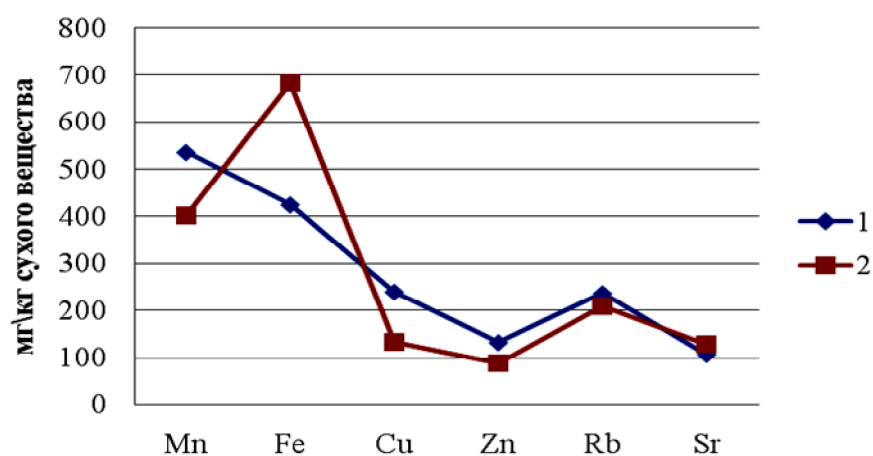
Камыш лесной –  $Fe > Mn > Zn > Rb > Sr > Cu$ .

Таким образом, наиболее интенсивно высшей водной растительностью вовлекаются в миграционные циклы железо и марганец.



Показательным является довольно большое содержание рубидия в макрофитах исследованных водоемов. Наибольшая концентрация рубидия (1056 мг/кг сухого вещества) отмечена в листьях тростника в пруду Таврического сада. В настоящее время главенствующая роль в миграции данного элемента принадлежит природным процессам. Однако учитывая, что рубидий находит применение в электронике, электротехнике и рентгенографии, в керамической, стекольной и фармацевтической промышленности, можно предполагать, что необходимость в контроле этого металла в объектах биосферы может возникнуть уже в ближайшем будущем [3].

Тростник отличается более высоким средним уровнем концентраций Mn, Cu, Zn, Rb по сравнению с тростником озер Ленинградской области (рисунок).



Сравнение содержания микроэлементов в тростнике обыкновенном городских водоемов и озер Ленинградской области:

1 – пруды Санкт-Петербурга, 2 – озера Ленинградской области

Проведенные исследования подтвердили возможность использования макрофитов в качестве объекта мониторинга для оценки экологического состояния водоемов.

### Литература

1. Власов Б.П. Использование высших водных растений для оценки и контроля за состоянием водной среды / Б.П. Власов, Г.С. Гигевич. Минск, 2002. 84 с.
2. Микрякова Т.Ф. Накопление тяжелых металлов макрофитами в условиях разного уровня загрязнения среды / Т.Ф. Микрякова // Вод. ресурсы. 2002. 29. № 2. С. 25—255.
3. Никаноров А.М. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах / А.М. Никаноров, А.В. Жулидов. Л., 1991. 312 с.
4. Суханова И.В. Макрофиты – индикаторы состояния водоемов урбанизированных территорий / И.В. Суханова. Томск, 2009. 53 с.

**СТРОЕНИЕ И ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ  
НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ МОДЕЛЬНЫХ ДЕРЕВЬЕВ  
В ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОСАХ  
НА ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ**

Важной стороной каждого растительного сообщества, в значительной степени определяющей его строение, характер его обмена веществом и энергией с окружающей средой и степень влияния на нее сообщества, является фитомасса. Однако в сообществе она распределяется обычно неравномерно. Поэтому необходимо выяснять распределение ее по вертикальным структурным частям сообщества (ярусам, подъярусам, пологам, фито-, ценогоризонтам) или же по вертикальным горизонтам формально принятой ширины) [1].

Изучению вертикальной структуры фитомассы лесов посвящены ряд работ [1-5] и оно достаточно подробно рассмотрено, аналогичные исследования полосных защитных лесных насаждений пока немногочисленны [6, 7].

*Цель и задачи.* Изучить вертикальную структуру надземной фитомассы модельных деревьев полезащитных лесных полос с главной породой дубом черешчатым (*Quercus robur* L.).

*Объект и методы исследования.* Система полезащитных и стокорегулирующих лесных полос с главной породой дубом черешчатым, расположенная в степной зоне юга Приволжской возвышенности на территории ОПХ НИПТИ сорго и кукурузы.

Исследования проводились в полезащитных лесных полосах с дубом черешчатым, вязом приземистым и ясенем ланцетным. Первая лесная полоса (ЛП 1) состоит из трех средних рядов главной породы дуба черешчатого и двух крайних рядов сопутствующей породы ясеня ланцетного (*Fraxinus lanceolata* Borkh.). Вторая лесная полоса (ЛП 2) смешанная полезащитная пятирядная, состоит из трех средних рядов главной породы дуба черешчатого и двух крайних рядов вяза приземистого (*Ulmus pumila* L.). Схема посадки в обеих полосах  $3 \times 1$  м. Год создания – 1978 г.

Подробная лесоводственно-таксационная характеристика и общие сведения о надземной фитомассе данных лесных полос приводятся в [8].

При определении массы органического вещества древесных растений использовался метод модельных деревьев [9, 10].

Ствол разделялся по относительным ступеням высоты (0Н; 0,1Н; 0,2Н; 0,3Н и т.д.) на секции [10]. Пень (0Н) в дальнейшей обработке присоединялся к секции 0,1Н. На середине каждой секции выпиливались диски и высушивались. Секции при анализе условно объединялись в нижнюю (0,1Н, 0,2Н, 0,3Н), среднюю (0,4Н, 0,5Н, 0,6Н, 0,7Н) и верхнюю (0,8Н, 0,9Н, 1,0Н) части ствола.

Для определения валовой фитомассы скелета кроны дерева и листвы производилось расчленение кроны комбинированным способом [10].

*Результаты и их обсуждение.* Распределение надземной фитомассы модельных деревьев дуба ЛП 1 по вертикальным горизонтам показало, что наибольшее количество фитомассы концентрируется, как правило, в нижней части деревьев, в горизонте 0,1Н (19-24%). Исключением стало дерево 4-го класса, для которого максимум (20%) отмечен в горизонте 0,7Н. От горизонта 0,1Н вверх по дереву фитомасса постепенно уменьшается и в горизонте 1,0Н принимает минимальные значения (1% и менее). В вертикальной структуре у всех классов деревьев наблюдаются два локальных максимума аккумуляции фитомассы. В нижней части дерева он приходится на горизонт 0,1Н, а в средней части у деревьев 2-го и 4-го классов деревьев – на горизонт 0,7Н, у деревьев 1-го класса – 0,6Н, 5-го класса – 0,5Н, а у деревьев 3-го класса – на горизонт 0,4Н. Положение локального максимума в средней части дерева объясняется индивидуальными особенностями крон модельных деревьев, сформировавшихся в различных ценоотических и микроклиматических условиях конкретной точки сообщества. У более развитых и крупных деревьев в средней части аккумулируется больше вещества, чем у отстающих в росте деревьев.

В распределении фитомассы вертикальных горизонтов по фракциям с увеличением высоты наблюдаются закономерное уменьшение массы фракции ствола и увеличение фракций ветвей, побегов текущего года, листьев, а также генеративных органов. Сухие ветви в вертикальном профиле встречаются нечасто и концентрируются в нижней части дерева.

В ЛП 2 в распределении надземной фитомассы по вертикальным горизонтам модельных деревьев дуба первых трех классов максимум (19, 25 и 19% соответственно) приходится на вертикальный горизонт 0,1Н, а минимум (менее 1%) – на самый верхний горизонт 1,0Н. В нижней части сосредоточены 44, 53 и 47% надземной фитомассы деревьев; 43, 37 и 44% – в средней; 13, 10 и 9% – в верхней.

У деревьев 4-го и 5-го классов аналогичный максимум (48 и 52%) находится в средней части деревьев. В верхней части по сравнению с деревьями первых трех классов накапливается значительно меньше фитомассы (7%).

Максимальная аккумуляция надземной фитомассы в одном горизонте модельного дерева дуба варьирует от 19 до 25%.

В вертикальной структуре наблюдаются два локальных пика распределения фитомассы. В нижней части деревьев всех классов он приходится в горизонте 0,1Н, а в средней части у деревьев 1-го и 5-го классов – в горизонте 0,5Н, у деревьев 3-го и 4-го классов – в горизонте 0,7Н, а у 2-го класса – 0,6Н.

## Литература

1. Корчагин, А.А. Строение растительных сообществ / А.А. Корчагин // Полевая геоботаника. V. Л.: Наука, 1976. 320 с.
2. Биопродукционный процесс в лесных экосистемах Севера: монография / К.С. Бобкова, Э.П. Галенко, И.В. Забоева и др. СПб.: Наука, 2001. 277 с.
3. Каплина Н.Ф. Изменчивость фитомассы кроны и её вертикально-фракционного распределения у сосны обыкновенной в древостоях центра ЕТР [Электронный ресурс] / Н.Ф. Каплина // Режим доступа: <http://cat.convdocs.org/docs/index-49188.html>
4. Кох Е.В. Вертикальная структура фитомассы в сосняках искусственного происхождения: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Кох Елена Викторовна. Екатеринбург, 2013. 24 с.
5. Уткин А.И. Биологическая продуктивность лесов / А.И. Уткин // Лесоведение и лесоводство. Т. 1. Итоги науки и техники. Москва, 1975. С. 9–189.
6. Попов В.П. Формирование защитных насаждений разных схем посадки [Электронный ресурс] / В.П. Попов, О.С. Попова, А.Н. Каюков // Режим доступа: <http://www.kgau.ru/img/konferenc/8.doc>.
7. Бородавка В.А. Формирование структуры полезащитных лесных полос с преобладанием дуба черешчатого на обыкновенных черноземах юго-восточной степи Украины: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.04 / Бородавка Василий Александрович. Харьков, 1991. 22 с.
8. Берлин Н.Г. Надземная фитомасса полезащитных лесных полос из дуба черешчатого на южных черноземах степи правобережья Саратовской области // Научное обозрение. 2014. № 8. С. 851–860.
9. Анучин Н.П. Лесная таксация: учеб. для вузов / Н.П. Анучин. М.: Лесная промышленность, 1982. 552 с.
10. Усольцев В.А. Методы определения биологической продуктивности насаждений: монография / В.А. Усольцев, С.В. Залесов. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2005. 147 с.

**М.С. Бондаренко, И.В. Лянгузова**

Ботанический институт им. В.Л. Комарова, г. Санкт-Петербург

### **ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ФИТОМАССЫ НИЖНИХ ЯРУСОВ СОСНЯКА ЛИШАЙНИКОВО-ЗЕЛЕНОМОШНОГО В УСЛОВИЯХ ПОЛЕВОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ЗАГРЯЗНЕНИЮ ПОЧВЫ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПЫЛЬЮ**

В настоящее время атмосферное промышленное загрязнение является одной из наиболее актуальных проблем экологии. Под воздействием аэротехногенного загрязнения происходит разрушение растительных сообществ, восстановление которых занимает длительный период времени, особенно восстановление напочвенного покрова. Однако в условиях аэротехногенного загрязнения окружающей среды сернистым ангидридом совместно с полиметаллической пылью невозможно разделить токсическое воздействие диоксида серы и тяжелых металлов на лесные экосистемы, по-

этому в 1992 г. в средневозрастных сосновых лесах фонового района Кольского полуострова был заложен полевой эксперимент по загрязнению почвы полиметаллической пылью, отобранной с электрофильтров цеха рудной электроплавки комбината «Североникель» (Мончегорск, Мурманская обл.).

Целью данной работы является изучение изменения общей продуктивности и структуры фитомассы нижних ярусов лишайниково-зеленомошного соснового леса в условиях полевого эксперимента по загрязнению почвы полиметаллической пылью.

Рассыпание полиметаллической пыли привело к пространственно очень неравномерному загрязнению Al-Fe подзолистой почвы и разрушению напочвенного покрова. В 2013 г. на экспериментальном участке было заложено 50 учетных площадок размером 50 × 50 см в местах с разной степенью нарушенности напочвенного покрова по грациям проективного покрытия мохово-лишайникового яруса: 0-10% (максимальная степень разрушения напочвенного покрова), 10-30%, 30-60%, 60-80%, 80-100% (ненарушенный напочвенный покров).

На каждой учетной площадке было измерено проективное покрытие всех слагающих напочвенный покров видов и была взята надземная фитомасса доминирующих видов кустарничков (*Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Empetrum hermaphroditum*), лишайников (*Cladina stellaris*, *Cladina rangiferina*, *Cladina mitis*, *Cladonia uncialis*) и мхов (*Pleurozium schreberi*), а также были отобраны образцы органогенного горизонта почвы (лесная подстилка). Все образцы растительного материала были высушены до абсолютно сухого состояния и взвешены.

Определение содержания кислоторастворимых форм металлов в подстилке (вытяжка 1,0 н HCl) проводили методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Для оценки уровня загрязнения почвы тяжелыми металлами рассчитывали индекс техногенной нагрузки ( $I_t$ ), который представляет собой превышение суммарного содержания кислоторастворимых форм Ni, Cu и Co в подстилке над их фоновым содержанием.

Математическую обработку данных проводили в статистических пакетах программ Microsoft Excel 2013 и Statistica 10.0 (StatSoft, Inc. 1984–2001) с использованием описательной статистики, ANOVA и корреляционного анализа.

На учетных площадках экспериментального участка концентрации кислоторастворимых форм тяжелых металлов в органогенном горизонте почвы варьируют: Ni – от 9,4 до 120 мг/кг, Cu – от 21,6 до 624 мг/кг, Co – от 1,0 до 8,4 мг/кг, а среднее содержание этих металлов в подстилке равно соответственно: Ni –  $36,9 \pm 1,9$ , Cu –  $214 \pm 14$ , Co –  $3,2 \pm 0,1$  мг/кг. Среднее значение индекса техногенной нагрузки на экспериментальном участке равно 15,8 отн. ед., а интервал его варьирования составляет от 2,0 до 45,5 отн. ед., что соответствует суммарной концентрации кислоторастворимых форм Ni, Cu и Co в подстилке от 32,7 до 737 мг/кг.

Статистическая обработка результатов взвешивания надземной фитомассы нижних ярусов показала, что на площадках с ненарушенным мохово-лишайниковым покровом общая продуктивность фитомассы составляет в среднем  $408 \pm 34$  г/м<sup>2</sup>, а интервал варьирования – от 297 до 534 г/м<sup>2</sup>. По мере возрастания индекса техногенной нагрузки (с увеличением степени нарушенности напочвенного покрова) общая продуктивность надземной фитомассы достоверно снижается ( $p=0,017$ ), и на площадках с максимальным разрушением покрова (проективное покрытие мохово-лишайникового яруса составляет 0–10%) она равна в среднем  $105 \pm 40$  г/м<sup>2</sup>, при этом минимальное значение массы составляет 37,1, а максимальное – 176 г/м<sup>2</sup>. Зависимость общей продуктивности надземной фитомассы нижних ярусов от индекса техногенной нагрузки может быть аппроксимирована линейным регрессионным уравнением.

Общая продуктивность травяно-кустарничкового яруса на учетных площадках варьирует в достаточно широком диапазоне: от 8,3 до 204 г/м<sup>2</sup> и в среднем составляет  $76,7 \pm 7,8$  г/м<sup>2</sup>, при этом вклад надземной фитомассы растений травяно-кустарничкового яруса в общую продуктивность достоверно не изменяется с увеличением индекса техногенной нагрузки и составляет в среднем 35%. Зависимость продуктивности травяно-кустарничкового яруса от индекса техногенной нагрузки может быть описана линейным регрессионным уравнением.

Среднее значение общей продуктивности мохово-лишайникового яруса на учетных площадках равно  $175 \pm 19$  г/м<sup>2</sup>, интервал варьирования достаточно широк и составляет от 8,6 до 476 г/м<sup>2</sup>, при этом отсутствует связь между общей продуктивностью мохово-лишайникового яруса и индексом техногенной нагрузки. Доля участия надземной фитомассы мохообразных и лишайников в общей продуктивности напочвенного покрова варьирует незначительно – от 62 до 67% – и не связана с уровнем загрязнения почвы. Следует отметить, что с возрастанием индекса техногенной нагрузки надземная фитомасса мхов достоверно снижается с 280 до 0 г/м<sup>2</sup>, в то время как фитомасса лишайников на учетных площадках варьирует в широком интервале от 57 до 474 г/м<sup>2</sup> и не связана с уровнем загрязнения почвы.

Корреляционный анализ данных выявил значимые связи между продуктивностью фитомассы мохообразных, лишайников, мохово-лишайникового и травяно-кустарничкового ярусов и их проективным покрытием ( $r=0,80-0,95$ ,  $p<0,05$ ).

Таким образом, в условиях полевого эксперимента по загрязнению почвы полиметаллической пылью изменения общей продуктивности и структуры фитомассы нижних ярусов сосняка лишайниково-зеленомошного характеризуются разнонаправленными тенденциями. С увеличением уровня загрязнения верхнего органогенного горизонта почвы тяжелыми металлами (в интервале индекса техногенной нагрузки 2,0–45,5 отн. ед.) снижаются общая продуктивность напочвенного покрова (в 15,1

раз), продуктивность травяно-кустарничкового яруса (в 24,6 раза) и фитомасса мхов до их полного исчезновения. Однако общая продуктивность мохово-лишайникового яруса и фитомасса лишайников варьируют в широком интервале и не связаны с уровнем загрязнения почвы.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Программы ОБН РАН «Рациональное использование биологических ресурсов России: фундаментальные основы управления».*

**Л.П. Гашкова**

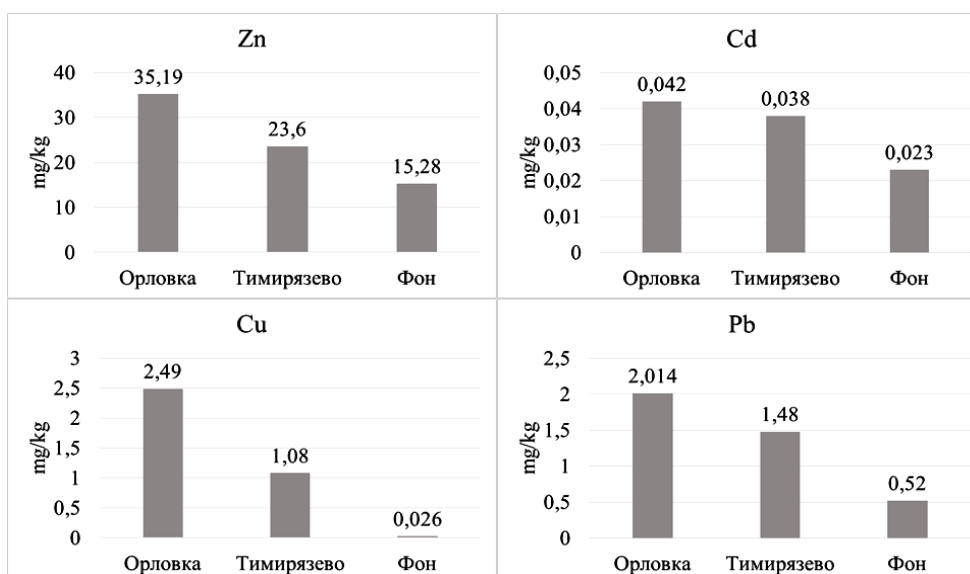
Сибирский научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства и торфа, г. Томск

### **ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ ГОРОДОВ ТОМСКА И СЕВЕРСКА НА НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ РАСТЕНИЯМИ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ**

Тяжёлые металлы являются одними из основных загрязнителей окружающей среды, промышленные выбросы которых существенно превышают их поступление из природных источников. Растения отражают изменения химического состава среды, аккумулируя тяжёлые металлы в своих тканях [1]. Выявление особенностей накопления тяжёлых металлов в растениях является частью мониторинга геохимического состояния геосистем [2].

Цель работы – оценка влияния техногенных выбросов Томск-Северской промышленной агломерации на накопление тяжёлых металлов сфагновыми мхами, которые могут служить индикаторами загрязнения болотных геосистем [3]. Проведённые ранее исследования [4, 5] показали, что наибольшее накопление тяжёлых металлов наблюдается на участках торфодобычи, расположенных в окрестностях города. Для того чтобы максимально исключить влияние грунтового питания и оценить атмосферный перенос тяжёлых металлов, отбирались пробы *Sphagnum fuscum* L. с верхней части моховых подушек на семи участках верховых болот. Два пункта отбора проб находятся по направлению господствующих ветров [6] в пределах 30-километровой зоны к северу от города, в районе д. Орловка. Три точки расположены в 20 км к западу от г. Томска, в окрестностях пос. Тимирязево. Остальные две, выступающие в роли фоновых, находятся на участке Бакчарского болота, удалённого от автодорог и крупных населённых пунктов.

Наибольшие различия зафиксированы при сравнении содержания Zn, Cu, Cd и Pb в *Sphagnum fuscum* из окр. д. Орловка и фоновых значений (рисунок). В *Sphagnum fuscum* из окр. пос. Тимирязево накапливается примерно на треть меньше Zn, и Pb и наполовину меньше Cu по сравнению с северным участком. Содержание Cd примерно одинаково во всех образцах, собранных в окрестностях города, и в четыре раза выше фоновых значений.



Сравнение содержания тяжёлых металлов в сфагновых мхах, отобранных к северу (Орловка) и западу (Тимирязево) от города и на фоновых участках

В результате анализа полученных данных выяснилось, что в *Sphagnum fuscum* из окр. д. Орловка содержится примерно на треть больше Zn, и Pb и наполовину больше Cu, по сравнению с участком в окр. пос. Тимирязево. Содержание Cd примерно одинаково во всех образцах, собранных в окрестностях города, и в четыре раза выше фоновых значений. Таким образом, сильнее всего влияние техногенных выбросов Томск-Северской агломерации сказывается в северной части, по направлению господствующих ветров.

## Литература

1. Ильин В.Б. Элементный химический состав растений / В.Б. Ильин. Новосибирск: Наука, 1985.
2. Касимов Н.С. Пространственные аспекты фоновое геохимического мониторинга / Н.С. Касимов, А.Н. Геннадиев, М.Ю. Лычагин // Геохимические методы в экологических исследованиях. М.: ИМГРЭ, 1994. С. 20-35.
3. Glooschenko W.A. *Sphagnum fuscum* moss as an indicator of atmospheric cadmium deposition across Canada / W.A. Glooschenko // Environmental Pollution. V. 57. Issue 1. 1989. P. 27-33.
4. Гашкова Л.П. Аккумуляция тяжёлых металлов в растениях-доминантах антропогенно нарушенных участков болот на территории Томской области / Л.П. Гашкова, Е.С. Иванова // Известия Самарского научного центра РАН, том 16. № 1 (3). 2014. С. 732-735.
5. Синюткина А.А. Оценка современного состояния перспективных для освоения участков торфяных месторождений Томской области / А.А. Синюткина, А.А. Малолетко, А.А. Беленко, Л.П. Гашкова, Ю.А. Харанжевская // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 12. С. 72-75.
6. Климат Томска / под ред. С.Д. Кошинского. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 176 с.



## ДИГРЕССИЯ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПАРКОВ Г. САРАТОВА

При проектировании парков, скверов и зелёных зон пристальное внимание уделяется прокладке пешеходных дорожек и тропинок. Особенности их прокладки связаны с балансом между комфортом и обзорностью для посетителей и сохранением растительного покрова и элементов благоустройства. Однако низкий уровень культуры отдыхающих и непредусмотрительность хозяйствующих структур нередко приводят к разрушению элементов природной составляющей мест отдыха.

При анализе повреждений напочвенного покрова использовалось сравнение состава контрольных площадок с не нарушенным состоянием травянистой растительности и площадок, подверженных различной степени воздействия. Для этого использовались шкалы для оценки состава напочвенного покрова и определения стадии его дигрессии.

Обилие, выраженное количеством особей вида, приходящихся на единицу площади, определялось по специальным шкалам Гультя-Друде и Брауна-Бланке с общей оценкой (табл. 1). Встречаемость, выраженная частотой появления вида растения в заложенных опытах, определялась по шкале Брауна-Бланке [1].

Таблица 1

Соотношение оценок в шкалах обилия

Шкала Гультя-Друде		Шкала Брауна-Бланке		Общая оценка
покрытие видом	оценка	покрытие видом	оценка	
образует сплошной покров (90-100%)	soc. (sociales)	более 75%	5	7
очень обильно (70-90%)	cop. 3 (copiosae)			
обильно (50-70%)	cop. 2	50-75%	4	6
довольно обильно (30-50%)	cop. 1	25-50%	3	5
рассеяно (10-30%)	sp. (sparsae)	10-25%	2	4
единично (5-10%)	sol. (solitariae)	5-10%	1	3
очень редко (1-5%)	rr. (rarisime)	15%	+	2
единственный экземпляр (менее 1%)	un. (unicum)	менее 1%	r	1

В каждом обследуемом парке закладывалось по 30 учетных площадки размером 1×1 м. Площадки закладывались в местах возникновения дигрессии, вызванной вытаптыванием посетителями парка напочвенного покрова. Учётные площадки закладывались от центра нарушенного покрова в правую и левую сторону на расстоянии 1, 2 и 3 метров. Идентификация видов производилась глазомерным способом, а так же с помощью гербария. Площадь покрытия вида определялась с помощью мерной палетки, разбитой на 100 одинаковых ячеек с размером 1×1 см.

Дигрессия напочвенного покрова определялась по степени вытоптанности с использованием 6-ступенчатой шкалы [2]. Однако I категория дигрессии травянистой растительности не учитывалась, так как в городах преобладают флористически неполноценные сообщества.

При оценке растительного покрова в Сквере им. Победы было выявлено, что среднее значение дигрессии на заложенных пробных площадях соответствует VI стадии, а выбитая площадь составляет 72,16%. Напочвенный покров, представленный на контрольных площадках пыреем ползучим (*Agropyron repens* L.) (86%), подорожником (*Plantágo* L.) (2%) и одуванчиком лекарственным (*Taráxacum officinále* L.) (12%), сильно отличался от пробных площадок со следами дигрессии (табл. 2).

Данные, полученные в Парке Победы, указывают на то, что среднее значение дигрессии на заложенных пробных площадях соответствует VI стадии, а выбитая площадь составляет 63,42%. Напочвенный покров, представленный на контрольных площадках пыреем ползучим (*Agropyron repens* L.) (23%), подорожником (*Plantágo* L.) (5%), одуванчиком лекарственным (*Taráxacum officinále* L.) (57%), лебедой татарской (*Atriplex tatarica* L.) (5%) и тысячелистником обыкновенным (*Achilléa millefólium* L.) (10%), также сильно отличался от состава пробных площадок (табл. 3).

Таблица 2

Характеристика пробных площадей Сквера им. Победы

Название вида	Встречаемость, %	Константность	Обилие вида	
			%	балл
Пырей ползучий ( <i>Agropyron repens</i> L.)	57	3	29,86	4
Подорожник ( <i>Plantágo</i> L.)	43	3	5,57	3
Подорожник большой ( <i>Plantágo májor</i> L.)	28	2	0,29	1
Одуванчик лекарственный ( <i>Taráxacum officinále</i> L.)	28	2	1,86	2
Одуванчик поздний ( <i>Taraxacum serotinum</i> L.)	14	1	0,29	1

Таблица 3

Характеристика пробных площадей Парка Победы

Название вида	Встречаемость, %	Константность	Обилие вида	
			%	балл
Пырей ползучий ( <i>Agropyron repens</i> L.)	91,6	5	15,25	4
Подорожник ( <i>Plantágo</i> L.)	8,3	1	0,42	1
Одуванчик лекарственный ( <i>Taráxacum officinále</i> L.)	83,3	5	15,67	4
Горец птичий ( <i>Polýgonum aviculáre</i> L.)	16,7	1	1,33	2
Лебеда татарская ( <i>Atriplex tatarica</i> L.)	8,3	1	0,42	1
Тысячелистник обыкновенный ( <i>Achilléa millefólium</i> L.)	16,7	1	1,58	2
Полынь обыкновенная ( <i>Artemisia vulgáris</i> L.)	25	2	1	2
Клевер луговой ( <i>Trifolium praténse</i> L.)	16,7	1	0,25	1
Вьюнок полевой ( <i>Convolvulus arvensis</i> L.)	8,3	1	0,67	1

Оценка результатов в Парке культуры и отдыха им. Горького выявила, что среднее значение дигрессии на заложенных пробных площадях соответствует V стадии, а выбитая площадь составляет 51,5%. Напочвенный покров представлен на контрольных площадках пыреем ползучим (*Agropyron repens* L.) (23%) и одуванчиком лекарственным (*Taraxacum officinale* L.) (57%). Характеристика напочвенного покрова пробных площадок приведена в табл. 4.

Таблица 4

Характеристика пробных площадей Парка культуры и отдыха им. Горького

Название вида	Встречаемость, %	Константность	Обилие вида	
			%	балл
Пырей ползучий ( <i>Agropyron repens</i> L.)	100	5	40	5
Подорожник ( <i>Plantago</i> L.)	25	2	0,5	1
Одуванчик лекарственный ( <i>Taraxacum officinale</i> L.)	50	3	7,5	3
Вьюнок полевой ( <i>Convolvulus arvensis</i> L.)	25	2	0,5	1

### Литература

1. Беляева Н.В. Обилие и константность как показатели участия вида в сложении растительной ассоциации / Н.В. Беляева, О.И. Григорьева, М. Гуталь // Лес-2009: сб. науч. тр. по итогам Междунар. науч.-техн. конф. Брянск: БГИТА, 2009. С. 68-75.
2. Временные методические указания по проведению комплексной экологической оценки состояния атмосферного воздуха большого города / под ред. к.ф.-м.н. В.Б. Миляева. Введены в действие письмом ДГЭК Минприроды России от 25 декабря 1995 г. № 11-02/02-594.

**Ю.В. Дорофеев<sup>1</sup>, А.А. Евсюнин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого; <sup>2</sup>Тульский областной экзотариум

### **ЖУЖЕЛИЦЫ ТРИБЫ *CARABINI* (*COLEOPTERA*, *CARABIDAE*) В УРБОЛАНДШАФТАХ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

Среди жуужелиц особое место занимают виды трибы *Carabini* Latreille, 1802 – активные хищники, регулирующие численность различных беспозвоночных естественных и антропогенных экосистем. Ряд видов являются важной составной частью карабидокомплексов урболандшафтов, преимущественно в пригородных рекреационных лесах и городских зеленых насаждениях [6].

Специальные исследования *Carabidae* урболандшафтов ведутся авторами с 1992 года в 26 городах и ПГТ Тульской области, расположенной в северо-восточной части Среднерусской возвышенности в пределах лесной и лесостепной зон [1, 4-7 и др.].

В настоящее время в исследуемом регионе выявлено 15 видов трибы Carabini – 4 вида рода *Calosoma* Weber, 1801 и 11 видов рода *Carabus* Linnaeus, 1758 [2, 3, 6], возможно нахождение еще 3-4 видов рода *Carabus*.

Все виды рода *Calosoma* на территории области относятся к редким и малочисленным: полевые мезофилы *Calosoma auropunctatum* (Herbst, 1784) и *C. denticolle* Gebler, 1833, лесной мезофил *C. inquisitor* (Linnaeus, 1758) и эвритопный мезофил *C. investigator* (Illiger, 1798). Последние три вида включены в Красную книгу Тульской области [8].

В урболандшафтах отмечены единичные находки *C. investigator*, преимущественно на опушках пригородных лесов и прилегающих открытых биотопах. *C. inquisitor*, характерный вид Тульских засек, встречается несколько чаще предыдущего вида, главным образом в пригородных лесах и лесопарках, единично – в городских зеленых насаждениях.

Все виды рода *Carabus* на территории области по частоте встречаемости можно разделить на три группы: редкие и малочисленные; нередкие с умеренной численностью; обычные и, как правило, многочисленные, встречающиеся повсеместно. Соответственно различаются их частота встречаемости и значение в урболандшафтах.

К первой группе относятся: лесные мезофилы *Carabus arvensis* Herbst, 1784, *C. violaceus* Linnaeus, 1758, *C. glabratus* Paykull, 1790 и *C. convexus* Fabricius, 1775, болотно-прибрежный гигрофил *C. clathratus* Linnaeus, 1761. *C. arvensis*, *C. clathratus* и *C. violaceus* включены в Красную книгу Тульской области [8].

В урболандшафтах лесной зоны области отмечены единичные находки *C. glabratus* в хвойных и смешанных пригородных лесах, *C. arvensis* – в хвойном пригородном лесу, на территории лесопарковой зоны и застройки. Значительная часть находок *C. convexus* в области приходится на урбоценозы, преимущественно парки и скверы.

К нередким видам с умеренной численностью относятся: лесные мезофилы *Carabus hortensis* Linnaeus, 1758 и *C. coriaceus* Linnaeus, 1758, степной мезоксерофил *C. sibiricus* Fischer von Waldheim, 1820.

*C. hortensis* нередок в смешанных или хвойных пригородных лесах и лесопарках ряда городов и ПГТ области в лесной зоне. *Carabus coriaceus* стабильно отмечается для городских парков и лесопарков, преимущественно в широколиственных и смешанных насаждениях. *C. sibiricus* на территории области встречается в лесостепной зоне, преимущественно в агроценозах. Отмечен для окраин ряда населенных пунктов на пустырях, пустошах и приусадебных участках.

К обычным повсеместно распространенным в области видам относятся: лугово-полевой мезофил *Carabus cancellatus* Illiger, 1798, лесоболотный гигрофил *C. granulatus* Linnaeus, 1758 и лесной мезофил *C. nemoralis* Müller, 1764.

*C. cancellatus* встречается в различных городских ценозах открытого типа и разреженных посадках, включая внутриквартальные территории. Наибольшей численности в урболандшафтах достигает на пустырях и садовых (приусадебных) участках на окраинах городов и пригородной зоны, где входил в состав доминантов карабидокомплексов. При этом в последние годы вытесняется в различных урбоценозах экологически пластичными *C. nemoralis* и *C. granulatus*.

*C. granulatus* в урболандшафтах наиболее многочислен в пригородных лесах, лесопарках и парках, а также в околородных стациях. В качестве доминанта отмечен как в пригородных, так и городских ценозах, включая зеленые насаждения застройки (скверы, приусадебные участки), что объясняется экологической пластичностью вида, несмотря на гигрофильный статус.

*C. nemoralis* – антропофильный вид, предпочитающий нарушенные леса и лесонасаждения. В последние десятилетия заметно увеличил свою численность по всему исследуемому региону. Наряду с *Pterostichus melanarius* (Ill.) является наиболее характерным доминантом в ассоциациях жуужелиц городских зеленых насаждений области [7]. В отличие от предыдущего вида чаще встречается на территории застройки, включая центральную часть.

В целом по градиенту урбанизации обилие жуужелиц трибы Carabini, представляющих группу эпигеобионтов крупных ходящих, как правило, сокращается, что может быть использовано в биоиндикационных целях [1, 4, 5]. При этом необходимо учитывать экологию отдельных видов и их реакцию на различные виды антропогенного воздействия в урболандшафтах.

## Литература

1. Дорофеев Ю.В. Структура населения жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) урбанизированного ландшафта северной лесостепи Центральной России: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ю.В. Дорофеев. М., 1995. 18 с.
2. Дорофеев Ю.В. Фауна жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) Тульской области / Ю.В. Дорофеев // Фауна и экология жуужелиц урбанизированных ландшафтов Тульской области. Тула: Изд-во ТГПУ, 1995. С. 5-12.
3. Дорофеев Ю.В. Аннотированный список видов жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) Тульской области / Ю.В. Дорофеев // Биологическое разнообразие Тульского края на рубеже веков: сб. науч. тр. Вып. 1. Тула: Гриф и К°, 2001. С. 39–50.
4. Дорофеев Ю.В. Размерная структура населения жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) урбоценозов / Ю.В. Дорофеев // Сб. науч. тр. препод. и асп. ТГПУ им. Л.Н. Толстого. Ч. 2. Тула: Изд-во ТГПУ, 2004. С. 213-215.
5. Дорофеев Ю.В. Биоиндикация антропогенных нарушений экосистем в условиях рекреации и урбанизации на популяционно-видовом уровне с использованием жуужелиц / Ю.В. Дорофеев // Тульский экологический бюллетень. 2006. Вып. 2. Тула: Инфра, 2006. С. 316-321.
6. Дорофеев Ю.В. Жуужелицы рода *Carabus* (Coleoptera: Carabidae) в урболандшафтах Тульской области / Ю.В. Дорофеев // Сб. науч. тр. препод. и асп. ТГПУ им.Л.Н. Толстого. Тула: Изд-во ТГПУ, 2006. С. 267-269.

7. Дорофеев Ю.В. Ассоциации жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) городских зеленых насаждений Тульской области / Ю.В. Дорофеев // Антропогенная трансформация природной среды: мат. Междунар. конф. Пермь, 18-21 октября 2010 г. Пермь: Изд-во Пермского гос. ун-та, 2010. Т. 3. С. 109-115.

8. Красная книга Тульской области: животные: офиц. издание / Правительство Тульской области; Министерство экологии и природных ресурсов Тульской области. Воронеж: Кварта, 2013. 416 с.

**А.Г. Егорова, О.Н. Жигилева**

Тюменский государственный университет

### **ФЕНОТИПИЧЕСКОЕ И ГЕНОТИПИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ОКУНЯ *PERCA FLUVIATILIS* В ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОДОЕМАХ НАДЫМСКОГО РАЙОНА**

Интенсивное освоение территорий Надымского района напрямую связано с основной промышленной отраслью Западно-Сибирского региона – газодобывающей. Территория Надымского района обладает густой сетью рек, основной из которых является река Надым. Эту реку по дну пересекают 17 веток магистральных газопроводов, которые соединяют газовые месторождения Ямала с Европейской частью России. Техногенные воздействия при прокладке газопровода носят импульсный (разовый) характер, но со временем при эксплуатации газопровода последствия начинают накапливаться и приводить к изменению параметров экосистем [1], что в конечном итоге ведет к потере биологического разнообразия. Изменения, происходящие в водоемах, наиболее сильное воздействие оказывают на рыб, которые чутко реагируют на изменения состояния среды. Цель работы – оценка состояния популяций речного окуня *Perca fluviatilis* L. в водоемах Надымского района.

Рыбы были отловлены в р. Надым и оз. Янтарное Надымского района Тюменской области (65°32' 72°31') в июле-августе 2014 г. в количестве по 40 особей из каждого водоема. Определение возраста и морфометрические исследования рыб проводили по методике И.Ф. Правдина [2], оценку флуктуирующей асимметрии – по 5 признакам: число чешуй в боковой линии (1), число лучей в брюшных плавниках (2), число лучей в межжаберной перегородке (3), число жаберных тычинок на 1-й жаберной дуге (4), число лучей в грудных плавниках (5), в соответствии с рекомендациями [3]. Для оценки фенотипического разнообразия применяли типизацию криптической окраски [4]. Генетическую изменчивость изучали методом полимеразной цепной реакции последовательностей, ограниченных простыми повторами (ISSR-PCR) с тремя видами праймеров [5]. ДНК экстрагировали из мышечной ткани, фиксированной в 70% этаноле, методом ще-

лочного лизиса. Популяционно-генетический анализ проводили в программе PopGen.

Показатели флуктуирующей асимметрии окуня из р. Надым и оз. Янтарного одинаково высокие (табл. 1) и свидетельствуют о том, что экологическое состояние этих водоемов существенно отклоняется от нормы.

Уровень генетической изменчивости окуня достаточно высокий. Всего методом ISSR-PCR было проанализировано 14 бэндов, из них 12 (85%) – полиморфны. В оз. Янтарном показатели изменчивости больше, чем в р. Надым (табл. 2). На долю межпопуляционной изменчивости приходится лишь 8.5% ( $G_{ST} = 0.085$ ). Высокий показатель потока генов ( $Nm = 5.35$ ) свидетельствует о наличии миграции окуня между р. Надым и оз. Янтарным, хотя индексы Нея ( $I_N = 0.934$ ,  $D_N = 0.068$ ) указывают на принадлежность окуня из исследованных водоемов к разным популяциям. Высокий уровень генетической дифференциации окуня выявлен также по другим генетическим маркерам – мтДНК и RAPD, и характерен для этого вида [6].

Таблица 1

Показатели флуктуирующей асимметрии окуня в водоемах Надымского района

Водоем	% асимметричных особей	% асимметричных рыб по разным признакам					Степень асимметричного проявления на признак
		1	2	3	4	5	
Р. Надым	92.5	67.5	0	50	57.5	37.5	0.435
Оз. Янтарное	95.0	70	0	35	60	50	0.430

Таблица 2

Показатели генетической изменчивости окуня в водоемах Надымского района

Показатель	р. Надым	оз. Янтарное	Всего
Среднее число аллелей на локус ( $n_a$ )	1.64	1.79	1.86
Генетическое разнообразие Нея ( $h$ )	0.24	0.29	0.28
Кол-во полиморфных локусов	9	11	12
Доля полиморфных локусов ( $P$ , %)	64.3	78.6	85.7

Фенотипическое разнообразие окуня водоемов Надымского района также достаточно высокое. Всего выявлено 12 типов окраски (А, В, С, D, Е, G, Н, К, М, Р, S, U). И в реке, и в озере встретились по 10 типов. В реке отсутствовали типы Р и U, в озере – С и Е. В реке преобладали типы В (31%) и А (17%), в озере чаще всего встречался тип S (25%). Для сравнения в Нуркутульских озерах и р. Бурятия у окуня выявлено 13 типов окраски [7], в Карелии доминирующее положение занимают типы окраски L, М и V [8]. В Европе (озёра Центральной Богемии) из 21 типа окраски более 76% составили два – А и В [4].

## Литература

1. Сорокина Н.В. Антропогенные изменения северо-таежных экосистем Западной Сибири (на примере Надымского района): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Наталья Владимировна Сорокина. Тюмень, 2003. 25 с.

2. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин. М.: Пищевая промышленность, 1966. 377 с.
3. Оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур: методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ. М.: Государственная служба охраны окружающей среды, 2003. 25 с.
4. Hanel L. The variability of the coloration in the perch (*Perca fluviatilis*, Pisces, Perciformes) from the riverine lake Slapy (Central Bohemia) / L. Hanel // Acta Societatis Zoologicae Bohemoslovacae. 1990. Vol. 54. P. 161-163.
5. Zhigileva O.N. Comparative analysis of using isozyme and ISSR-PCR-markers for population differentiation of cyprinid fish / O.N. Zhigileva, O.G. Baranova, V.V. Pozhidaev [et al.] // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2013. Vol. 13. No. 1. P. 159-168.
6. Nesbo C.L. Genetic differentiation among stationary and anadromous perch (*Perca fluviatilis*) in the Baltic Sea / C.L. Nesbo, O.A. Mohammed, K.S. Jakobsen // Hereditas. 1998. Vol. 129. P. 241-249.
7. Толмачева Ю.П. Особенности криптической окраски окуня обыкновенного *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758) в замкнутых популяциях горных озер (р. Бурятия, Нуркутульские озера) / Ю.П. Толмачева, С.Ю. Петухов // Актуальные проблемы гидробиологии и ихтиологии: Тр. Междунар. конф. Казань: Казан. ун-т, 2012. С. 52–57.
8. Иванова Т.С. Типизация элементов криптической окраски окуня (*Perca fluviatilis* L.) малых озер Карельского берега Белого моря / Т.С. Иванова // Морские и пресноводные биосистемы севера Карелии / Под ред. А.И. Раилкина. СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 2003. С. 84-103.

**Г.Н. Заигралова**

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

## **СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ БУЛЬВАРОВ ГОРОДА САРАТОВА**

Ассортимент растений для озеленения определяется сложным комплексом требований климатических условий района, долговечностью, устойчивостью к экстремальным условиям города и декоративностью.

Объектами исследований стали насаждения бульваров центральной части города, расположенные по улицам Астраханская, Рахова и Набережной Космонавтов. Данные насаждения не только разделяют полосу движения автотранспорта на два потока, но и являются местами отдыха для горожан. Древесные растения, произрастающие на данных объектах, испытывают двойную нагрузку – с одной стороны, это асфальтовое покрытие, а с другой – это поток автотранспорта, выделяющий большое количество тепла и выхлопных газов. Все это оказывает значительное отрицательное влияние на древесные растения.

Проведенная в 2012–14 гг. инвентаризация насаждений позволила установить на объектах озеленения общего пользования ассортимент пород: на ул. Рахова он включает 25 видов; ул. Астраханской – 22 вида; на



Набережной Космонавтов – 21 вид. По количеству видов бульвары не сильно различаются между собой. В составе насаждений преобладают лиственные древесные растения (88%), на долю хвойных приходится всего 12%. Основу составляют ясень ланцетный (*Fraxinus lanceolata* Borkh.), вяз мелколистный (*Ulmus pumila* L.) и тополь пирамидальный (*Populus pyramidalis* Jab.). Основной задачей обследований являлось изучение состояния насаждений на объектах озеленения. Оценка состояния древесных растений проводилась по методике В.А. Алексеева [1].

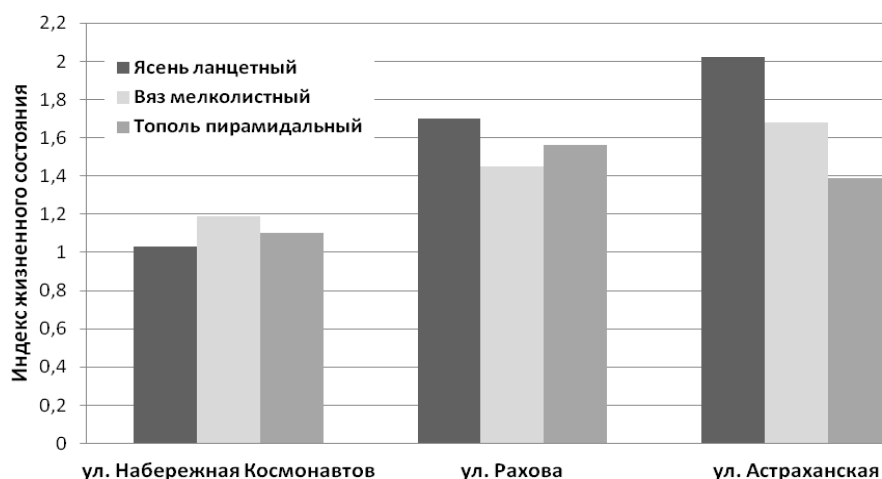
Хвойные представлены небольшими группами, видовой состав сходен – ель колючая (*Picea pungens* Engelm.), ель сизая (*Picea glauca* Voss.) и ель европейская (*Picea abies* (L.) Karst). В то же время, на каждом объекте озеленения встречаются отсутствующие на других объектах виды: на улице Рахова – можжевельник скальный (*Juniperus scopulorum* Sarg.), на улице Астраханской – пихта одноцветная (*Abies concolor* Lindl.), на Набережной Космонавтов – лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ldb).

Во внутренней части бульваров расположены аллеи или солитерные посадки каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.), клена остролистного (*Acer platanoides* L.) и ясенелистного (*Acer negundo* L.), некоторыми видами тополей и ильмов, шелковицей черной (*Morus nigra* L.). Единичными экземплярами или в ограниченном количестве представлены черемуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.), робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) и крупнолистная (*Tilia platyphyllos* Scop.), орех маньчжурский (*Juglans mandshurica* Maxim.), ива вавилонская (*Salix babylonica* L.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.). Живая изгородь – из кизильника блестящего (*Cotoneaster lucidus* Schlecht). Видовое разнообразие кустарников ограничено и ниже нормативного показателя, рекомендуемого для озеленения. В солитерных посадках или группах в основном представлены следующие виды – сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.), роза майская (*Rosa majalis* Herzm.) и снежниковидный белый (*Symphoricarpos albus* (L.) Blake).

На всех объектах исследования индекс состояния по основным трем древесным породам варьирует от 1,03 до 2,02 (рисунок). Насаждения, расположенные по улицам Рахова и Астраханской, больше подвержены воздействию антропогенной нагрузки, поэтому деревья представлены всеми пятью классами жизненного состояния. Из них большая часть деревьев находится в хорошем состоянии (1–3 класс) и нуждается в санитарной обрезке. Незначительная часть деревьев находится в угнетенном состоянии (4 класс), имеются и усохшие деревья (5 класс). Они подлежат удалению. На набережной Космонавтов деревья находятся в хорошем состоянии (1–2 класс) и не требуют хозяйственного воздействия.

Большая часть деревьев остальных древесных видов относится к 1 и 2 классу жизненного состояния.

В худшем состоянии находятся на всех объектах озеленения хвойные древесные растения. Средний индекс состояния по трем основным хвойным породам варьирует от 1,81 у ели колючей (ул. Рахова) до 3,1 у ели европейской (ул. Астраханская). Количество растений в более или менее равных соотношениях распределено по первым четырем классам жизненного состояния. Наиболее плохое состояние хвойных отмечается на ул. Рахова и ул. Астраханская. Молодые ели находятся в неудовлетворительном состоянии. На Набережной Космонавтов ослабленное состояние хвойных деревьев частично можно объяснить их высоким возрастом.



Средние классы жизненного состояния древесных пород в зелёных насаждениях города Саратова

В последние годы видовое разнообразие объектов озеленения было расширено за счет дополнительных посадок. На улице Рахова по внешней стороне бульвара частично была восстановлена живая изгородь из караганы древовидной (*Caragana arborescens* Lam.), посажены деревья и кустарники следующих пород – липы мелколистной, клена остролистного, каштана конского обыкновенного, боярышника полумягкого (*Crataegus submolis* Sarg.), бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare* L.), форзиции европейской (*Forsythia europaea* Geg. et Bald.), крушины ломкой (*Frangula alnus* Mill.), спиреи иволистной (*Spiraea salicifolia* L.), катальпы бигнониевидной (*Catalpa bignonioides* Walt.).

### Литература

1. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В.А. Алексеев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.
2. Заигралова Г.Н. Древесные растения в насаждениях Саратова / Г.Н. Заигралова, А.Л. Калмыкова, Н.Л. Ерошина // Ландшафтная архитектура – традиции и перспективы: матер. науч. конф., посвященной 10-летию кафедры ландшафтного строительства. Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. С. 15-18.
3. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. СПб., 1995. 992 с.

## **ИЗУЧЕНИЕ ФИТОРАЗНООБРАЗИЯ НА ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЛЯХ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

В современный период важнейшая роль в преобразовании флоры и растительности принадлежит все возрастающему антропогенному воздействию [1]. Оно приводит к обеднению биологического разнообразия, которое неизбежно сопровождается не только снижением устойчивости растительного покрова к различного рода внешним воздействиям [2], но и сокращением потенциальных возможностей эволюции и искусственным обеднением филогенеза. Поэтому проблема сохранения фиторазнообразия особенно актуальна для антропогенных ландшафтов, сформировавшихся под влиянием хозяйственной деятельности человека. В связи с этим целью данной работы были изучение и анализ фиторазнообразия на залежных землях, выведенных из землепользования после сельскохозяйственной деятельности человека в Правобережье Саратовской области.

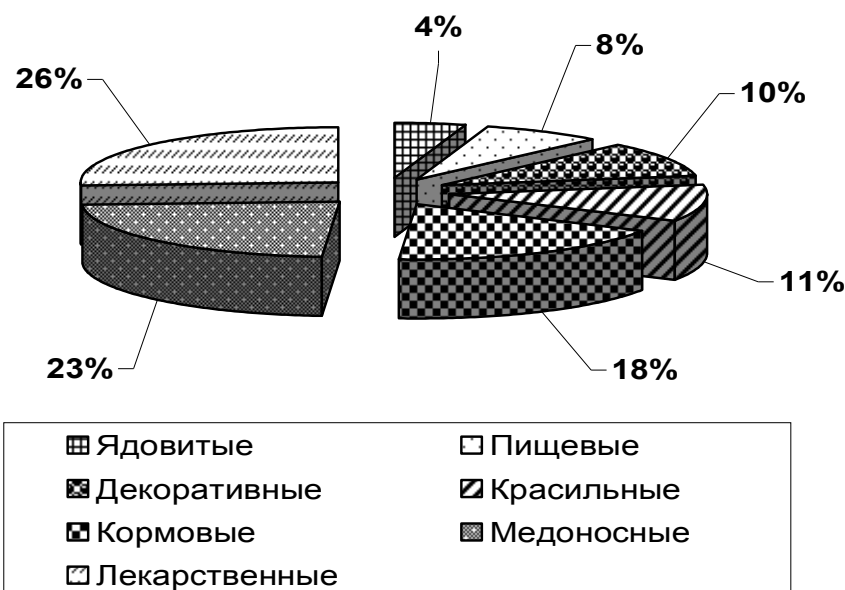
В течение 2012–2014 гг. нами были изучены залежные земли, расположенные в нескольких районах Правобережья Саратовской области. В Татищевском районе были обследованы две старовозрастные залежи 8-12 лет (с. Докторовка, с. Карякино) и две средневозрастные залежи 4-5 лет (с. Корякино). В Лысогорском районе исследованы две средневозрастные залежи 5-7 лет (с. Озерки). В Саратовском районе изучены средневозрастная залежь 5-6 лет (с. Александровка) и старовозрастная залежь более 9 лет (с. Березина речка). Для изучения флоры залежей использовался маршрутный метод [4]. Номенклатура видов дается по сводке С.К. Черепанова [5].

В целом на всех залежах обнаружено 179 видов высших сосудистых растений. На старовозрастных залежах произрастают от 123 до 129 видов сосудистых растений, на средневозрастных залежах – от 29 до 75 видов. Таксономический анализ показал, что на всех залежах преобладают растения семейств Asteraceae и Poaceae.

Биологический анализ флор залежных земель выявил, что среди жизненных форм доминируют гемикриптофиты. На старовозрастных залежах отмечаются фанерофиты.

Среди экологических групп растений по отношению к режиму почвенного увлажнения наиболее распространены ксеромезофиты и мезоксерофиты; по отношению к трофности почв – мезотрофы; по отношению к фитоценозу на старовозрастных залежах доминируют степанты, на средневозрастных – рудеранты.

На исследованной территории по хозяйственно-ценным признакам выделено 7 групп растений (рисунок).



Виды растений залежных земель по хозяйственно-ценным признакам

Больше всего отмечено видов, имеющих лекарственное значение (26%); на втором месте находятся медоносные растения (23%); третье место занимают кормовые (18%).

Среди лекарственных растений встречаются такие как *Origanum vulgare* L., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench, *Achillea nobilis* L., *Hypericum perforatum* L., *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Agrimonia eupatoria* L., *Thymus serpyllum* L. и др.

Из декоративных видов можно отметить следующие: *Anthemis tinctoria* L., *Centaurea scabiosa* L., *Lavatera thuringiaca* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Senecio erucifolius* L., *Knautia arvensis* (L.) J.M. Coult., *Centaurea cyanus* L., *Campanula persicifolia* L., *Dianthus borbasii* Vandas и др.

Пищевые виды представлены *Fragaria viridis* (Duchesne) Weston, *Cichorium intybus* L., *Prunus domestica* L., *Pyrus communis* L., *Malus domestica* Borkh., *Sorbus aucuparia* L.

На средневозрастных залежах в основном доминируют сорные растения и корневищные злаки, что отражает переходную стадию залежей. Демутационные процессы на старовозрастных залежных землях привели к появлению *Stipa lessingiana* Trin. & Rupr., *Koeleria cristata* (L.) Pers. и *Festuca valesiaca* Gaudin, которые являются ценозообразующими видами степей.

На старовозрастных залежах обнаружены виды, занесенные в Красную книгу Саратовской области: *Campanula persicifolia* L. (категория и статус 2 (V) редкий вид) и *Chartolepis intermedia* Boiss (категория и статус 3 (R) редкий вид) [3].

Таким образом, залежи представляют собой своеобразные растительные сообщества, отличающиеся от естественных. Сукцессионные процессы, происходящие здесь, требуют углубленного изучения. Поэтому для сохра-

нения фиторазнообразия целесообразно проводить мониторинг флоры и на антропогенно трансформированных землях, таких как залежи.

### Литература

1. Березуцкий М.А. Антропогенная трансформация флоры южной части Приволжской возвышенности: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / М.А. Березуцкий. Воронеж, 2000. 39 с.
2. Горчаковский П.Л. Тенденции антропогенных изменений растительного покрова Земли / П.Л. Горчаковский // Бот. журн. 1979. Т. 64, № 12. С. 1697–1713.
3. Красная книга Саратовской области: Грибы, лишайники, растения, животные. Саратов: Изд-во Торг.-пром. палаты Сарат. обл., 2006. 528 с.
4. Матвеев Н.М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны): учеб. пособие / Н.М. Матвеев. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2006. 311 с.
5. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. СПб., 1995. 992 с.

**Н.В. Иванчина<sup>1</sup>, Ф.Р. Фаррахова<sup>1</sup>, С.Р. Гарипова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ОАО «Башкоммунводоканал», г. Уфа;

<sup>2</sup>Башкирский государственный университет, г. Уфа

### **ПРОБЛЕМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ КОЛИФОРМНЫХ БАКТЕРИЙ В САНИТАРНО-БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ВОДЫ**

На протяжении более 10 лет рядом авторитетных российских исследовательских институтов (ГУ НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. Сысина, ФГУН Ростовский НИИ микробиологии и паразитологии, Иркутский институт эпидемиологии и микробиологии ГУ НЦ МЭВСиНЦСО и других практических лабораторий) были проведены исследования по научному обоснованию микробиологических показателей, используемых при оценке качества воды [1].

Многолетние данные свидетельствуют о том, что введение в качестве основных нормируемых показателей качества воды групп лактозоположительных бактерий, относящихся к семейству *Enterobacteriaceae*: ОКБ (общие колиформные бактерии) и ТКБ (термотолерантные колиформные бактерии) [2], привело к снижению надежности контроля качества питьевой воды и, как следствие, развитию вспышечной заболеваемости кишечными инфекциями, обусловленными водным фактором [3].

Установлено, что основной причиной появления вспышек острых кишечных инфекций является несоответствие результатов анализов качества воды по показателям ОКБ и ТКБ с ее реальной эпидемической опасностью [1]. В процессе проведения анализа исследователь по визуальным признакам утилизации лактозы в питательной среде (изменение цвета сре-

ды и образования пузырьков газа) субъективно относит обнаруженные микроорганизмы к ОКБ и/или к ТКБ, в зависимости от температуры инкубации данного микроорганизма, 37°C и 44°C соответственно. Причем рост бактерий при 44°C свидетельствует о фекальном заражении воды [4]. В результате из учета исключаются более устойчивые к обеззараживанию по сравнению с индикаторными микроорганизмами лактозоотрицательные бактерии семейства *Enterobacteriaceae*, которые являются патогенными и условно-патогенными (сальмонеллы, протеи, лактозоотрицательные эшерихии, цитобактеры, энтеробактеры) [1].

При недостаточно эффективном обеззараживании, патогенные бактерии не погибают, но утрачивают способность расти на обычных питательных средах и не определяются при микробиологическом контроле качества воды. При этом в отсутствии бактерий-антагонистов (в том числе ОКБ и ТКБ) в воде, менее устойчивых к обеззараживанию, патогенные бактерии умножают свою популяцию до значительных размеров, превышающих исходный уровень [5].

Другой причиной неадекватности результатов анализа воды эпидемической обстановке является нестабильность свойства ферментации лактозы бактериями семейства *Enterobacteriaceae*. Это свойство может быть утрачено даже при единичном пассаже и зависит от множества факторов (климатических, химических – количество дезинфектанта и др.) [1]. Данный факт объясняет то, что в 35–40% случаев возникает проблема отнесения обнаруженных микроорганизмов к колиформным бактериям. Зачастую по недостаточно четкому изменению цвета среды и слабому газообразованию невозможно достоверно сказать, является ли микроорганизм лактозоположительным.

Исследователями [1] предлагается более надежный и устойчивый показатель ГКБ, основанный на ферментации глюкозы, и экспериментально показана его эффективность в контроле качества воды. Эпидемическая надежность данного показателя заключается в том, что при его использовании контролируются все представители семейства *Enterobacteriaceae*, как индикаторные, так и патогенные и условно-патогенные. Тем не менее в настоящее время в нормировании питьевой воды, расфасованной в емкости, применяется показатель ГКБ, наряду с ОКБ [6], однако в СанПиН 2.1.4.1074-01 [7], нормирующий питьевую воду централизованного водоснабжения, этот показатель до сих пор не включен. По нашему мнению, ведение ГКБ повысит надежность мониторинга качества питьевой воды с целью обеспечения эпидемической безопасности питьевой воды.

## Литература

1. Совершенствование нормативной и методической базы бактериологического мониторинга качества питьевой воды / А.Е. Недачин, Т.З. Артемова, Л.В. Иванова,

Ю.Г. Талаева, И.А. Богатырева, Н.Н. Буторина, А.В. Загайнова // Гигиена и санитария. 2007. № 5. С. 36-39.

2. СанПиН 2.1.4.559-96 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М., 1996.

3. Проблемы эпидемической безопасности питьевого водопользования населения России / А.Е. Недачин, Т.З. Артемова, Р.А. Дмитриева, Т.В. Доскина, Ю.Г. Талаева, Л.В. Иванова, Н.Н. Буторина, Д.В. Лаврова, А.Г. Санамян, А.В. Загайнова, В.В. Алешня, П.В. Журавлев, С.В. Головина, О.П. Панасовец, Е.Д. Савилов, Л.М. Мамонтова, Е.В. Анганова // Гигиена и санитария. 2005. № 6. С. 14-18.

4. МУК 4.2.1018-01. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды. М., 2001.

5. Эпидемиологическая опасность водопользования при реактивации бактерий после обеззараживания / А.Е. Недачин, Т.З. Артемова, Е.К. Гипп, Н.Н. Буторина, А.В. Загайнова, Н.А. Кузнецова // Гигиена и санитария. 2010. № 5. С. 16-21.

6. СанПиН 2.1.4.1116-02 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества. М., 2002.

7. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М., 2001.

**Н.А. Ильина, Т.В. Фуфаева, Н.А. Казакова, Е.А. Карпеева**

Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова

### **ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛЯ (ФЕНОЛ И КСИЛОЛ) НА ПОЧВЕННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ**

Почвенный покров выполняет биологические функции: поглотитель, разрушитель и нейтрализатор различных загрязнений. В связи с этим чрезвычайно важно изучение биохимического значения почвенного покрова, его современного состояния и изменения под влиянием антропогенной деятельности, так как эффективная защита окружающей среды от опасных химических агентов невозможна без достоверной и точной информации о степени загрязнения почвы.

Охрана почв от загрязнений является важной задачей человека, так как любые вредные соединения, находящиеся в почве, рано или поздно попадают в организм человека [4].

Целью работы являлось изучение влияния различных доз фенола и ксилола на качественный и количественный состав почвенных микроорганизмов (гетеротрофные бактерии, актиномицеты, плесневые грибы) чернозема выщелоченного.

Отбор проб почвы проводили в соответствии с ГОСТ 28168-89 [1]. В лабораторных условиях проводили экспериментальное загрязнение проб почв фенолом и ксилолом в концентрациях, равных 10, 100 и 1000 доз ПДК. В течение 30 суток исследовали образцы почв с использованием общепринятых физико-химических и микробиологических методов.

Определение фенолов проводили в соответствии с ПНД Ф 16.1:2.3:3.44-05, ксилол определяли согласно методике СанПиН 42-128-4433-87 [5]. Повторность всех экспериментов трехкратная. Статистическую обработку данных проводили с помощью встроенного статистического пакета Excel (MS Office 2007).

Установлено, что активность почвенных микроорганизмов зависит от объема внесенного загрязняющего вещества. При внесении малых доз загрязнителя – фенола (10 доз ПДК) происходит адаптация микроорганизмов, так как качественный и количественный состав почвенного микробоценоза через 30 суток соответствует исходным показателям. При внесении больших концентраций загрязнителя наблюдается выраженное изменение (увеличение или уменьшение) количественных показателей почвенных микроорганизмов.

При действии загрязнителя (ксилол) отмечено нарастание количественных показателей в почве плесневых грибов к 30 суткам наблюдения. Испытанные дозы ксилола обладали фунгицидным действием на плесневые грибы только в течение пяти дней, которое усиливалось с увеличением внесенной в почву дозы ПДК. К 30 суткам наблюдалось постепенное нарастание содержания плесневых грибов в почве, в основном родов *Mucor* и *Penicillium*, превысившее контрольный показатель в 1,5 раза.

При действии фенола на почвенные микроорганизмы установлено увеличение количества плесневых грибов в 1,5-2,5 раза по сравнению с контролем, в первой половине срока наблюдения. При этом стимулирующий эффект усиливался с увеличением концентрации ксенобиотика. Однако к 30 суткам происходило снижение количественных показателей микромицетов до уровня контроля.

В ходе исследования выявлено активное размножение актиномицетов на фоне действия загрязнителей лишь в первые пять суток, причем, при высоких дозах ксилола 30 и 300 мг/кг, что соответствует 100 и 1000 доз ПДК, наблюдалось их более интенсивное размножение. В последующие дни наблюдений отмечено уменьшение числа актиномицетов, которое было ниже контрольного уровня к концу срока исследования. Возможно, актиномицеты, используя ксилол в процессе своего метаболизма, создали возможность использования продуктов его распада другими физиологическими группами микробов, размножение которых, в свою очередь, оказало конкурентное влияние на актиномицеты.

Фенол в дозе 10 ПДК не оказывал практически никакого влияния на актиномицеты, но при внесении повышенных доз (100 и 1000) наблюдалось сначала снижение их количества, а затем восстановление до контрольных показателей к 30 дню.

В отличие от плесневых грибов и актиномицетов гетеротрофные бактерии оказались весьма чувствительными к используемым загрязнителям. При внесении ксилола наблюдалось подавление роста бактерий, снизившее их количественные показатели до 70%. К 30 суткам в пробах почв, содержа-



щих 10 и 100 ПДК загрязнителя, отмечено небольшое увеличение числа этих бактерий, но численность их все же не достигала контрольного уровня.

При внесении в пробы почв фенола наблюдалось сильное ингибирующее его действие на бактерии, что свидетельствует о бактерицидных свойствах фенола. Наибольшее угнетающее действие отмечено при концентрации загрязнителя 300 мг/кг, что соответствовало 1000 доз ПДК. Однако, затем происходило нарастание количественных показателей гетеротрофных бактерий к 30 суткам с превышением исходного (контрольного) уровня в 2,3 раза. Очевидно, что высокие концентрации (100 и 1000 ПДК) фенола вызывали торможение ростовых процессов этих микробов в первые дни экспериментов [2, 3].

Таким образом, полученные результаты показывают характер влияния различных концентраций фенола и ксилола на состав и функционирование комплекса почвенных микроорганизмов.

### Литература

1. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. Введ. 1990-04-01. М.: Изд-во стандартов, 1989. 8 с.
2. Ильина Н.А., Фуфаева Т.В., Казакова Н.А. // Современные концепции научных исследований IV Междунар. науч.-практ. конф., 26-27 сентября 2014 г. М., 2014. С. 106-108.
3. Ильина Н.А., Фуфаева Т.В., Казакова Н.А. // Мы – за будущее: материалы Всерос. школы молодых ученых. Ульяновск, 2014. С. 35-38.
4. Круглов Ю.В. Микрофлора почвы и пестициды / Ю.В. Круглов. М., 1991.
5. Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве. СанПиН 42-128-4433-87.

### Г.В. Лобкова

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

### ИЗУЧЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ АЦЕТАТОВ $Ni^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Cu^{2+}$ , $Pb^{2+}$ НА КЛЕТОЧНЫЕ СТРУКТУРЫ

В экосистемах связь между организмами и окружающей природной средой обеспечивают химические вещества, выполняющие при этом многочисленные функции. Микро- и макроэлементы, в том числе,  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ , входят в состав жизненно важных соединений, таких как ферменты, гормоны, витамины и другие. Их роль в регуляции биохимических реакций во многом определяется составом и соотношением. Являясь жизненно необходимыми, они при концентрациях, превышающих потребность конкретного организма, могут оказывать на него токсическое действие. Как результат, нарушается ход разнообразных физиологических процес-

сов, что может приводить к снижению уровня жизнеспособности организма вплоть до его гибели.

Поэтому в системе экологического мониторинга важное место занимают наблюдения за цитогенетическими показателями организмов. Определяется это тем, что клеточные структуры имеют высокую степень уязвимости к действию токсикантов. Выявление патологий в развитии растительных организмов, возникающих в результате действия различных химических элементов и их соединений, является актуальной задачей.

В этой связи целью работы было изучение воздействия ацетатов  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Pb}^{2+}$  в различных концентрациях на ряд процессов, протекающих в клетках растительных организмов.

В качестве объектов исследования использовали наземное растение *Tagetes tenuifolia* и водные растения – *Lemna minor* и *Elodea canadensis*, из тканей которых после инкубации на модельных растворах ацетатов  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Pb}^{2+}$  в концентрациях 5,00; 2,50; 1,25; 0,62; 0,31; 0,15; 0,07; 0,03 мг/л, приготовленных последовательным разбавлением водой, готовили микропрепараты [1]. Опыты проводили в течение 14 суток.

В ходе исследования образцов проростков *T. tenuifolia*, листьев *L. minor* и *E. canadensis* установлено, что присутствие в среде ионов тяжелых металлов в разных концентрациях влияет на изменение мест локализации клеточных ядер и их размеры – последние становятся мельче или крупнее по сравнению с контролем. В клетках *L. minor*, инкубированной в растворах ацетатов  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$  с концентрациями 0,62 и 1,25 мг/л соответственно, отмечено отсутствие ядерных оболочек, при этом расположение хромосом в цитоплазме имеет бессистемный характер.

При изучении витальных препаратов листьев *L. minor* и *E. canadensis* установили, что ацетаты  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  в диапазоне концентраций от 0,15 до 5,00 мг/л подавляют фототаксис, что согласуется с литературными данными [2].

В растворах всех ацетатов с концентрациями 0,03 и 0,07 мг/л активность хлоропластов увеличивается, при этом у *L. minor* они перемещаются вдоль клеточной стенки, а у *E. canadensis* беспорядочно движутся по всей цитоплазме. В контроле при тех же условиях освещенности пластиды находятся в парастрофном положении, т.е. выстраиваются вдоль клеточной стенки и активно двигаются вдоль нее [3].

Кроме того, отмечено, что в клетках *E. canadensis* в присутствии ионов  $\text{Ni}^{2+}$  во всех концентрациях, кроме 0,07 и 5,00 мг/л и ионов  $\text{Cu}^{2+}$  – при концентрациях 0,07 и 1,25 мг/л, увеличивается количество хлоропластов по сравнению с контролем. В присутствии ионов  $\text{Co}^{2+}$  и  $\text{Pb}^{2+}$  с увеличением концентрации количество хлоропластов уменьшается.

В ходе изучения состояния клеточных структур у *T. tenuifolia* и *E. canadensis*, инкубированных на растворах ацетата  $\text{Ni}^{2+}$ , обнаружили микроядра (МЯ), что является показателем нарушения нормального течения митоза. Так, у *T. tenuifolia* наибольшее количество МЯ – до 0,2% от

общего количества просмотренных клеток, наблюдали в образцах, инкубированных на растворе данного ацетата с концентрацией 1,25 мг/л.

У *E. canadensis* формирование МЯ отмечено в листьях растений, которые выдерживались в среде содержащей 2,50 мг/л ацетата  $Ni^{2+}$  и составило около 50% от числа просмотренных клеток.

Влияние других солей на процесс митоза не установлено.

Таким образом, полученные данные по цитогенезу у *T. tenuifolia*, *L. minor* и *E. canadensis* позволяют сделать вывод о том, что исследуемые металлы способствуют изменению размеров клеточных ядер, могут замедлять или ускорять фототаксис, влияют на процесс формирования пластид, ацетат  $Ni^{2+}$  при определенных концентрациях оказывает влияние на митотический аппарат, вызывая формирование МЯ. Можно предположить, основываясь на литературных источниках [4], что появление МЯ является косвенным подтверждением канцерогенности соединений никеля для организмов.

### Литература

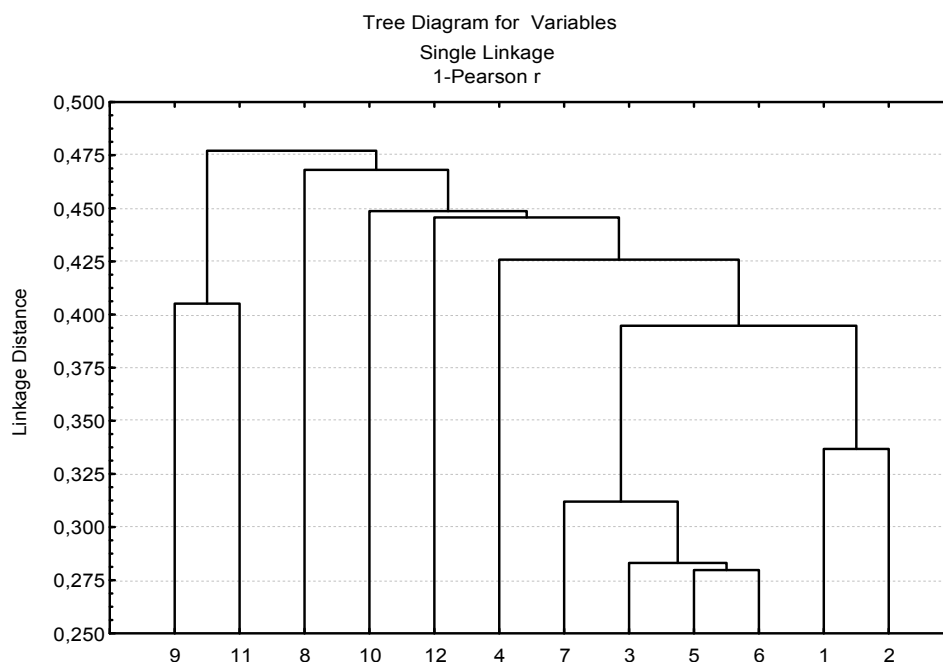
1. Барыкина Р.П. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы / Р.П. Барыкина [и др.]. М.: Изд-во МГУ, 2004. 312 с.
2. Цаценко Л.В. Чувствительность различных тестов на загрязнение воды тяжелыми металлами и пестицидами с использованием ряски малой *Lemna minor* L. / Л.В. Цаценко, Н.Г. Малюга // Экология. 1998. № 5. С. 40—409.
3. Ломагин Л.Г. Новый тест на загрязненность воды с использованием ряски *Lemna minor* L. / Л.Г. Ломагин, Л.В. Ульянова // Физиология растений. 1993. Т. 40. № 2. С. 327-328.
4. Биомониторинг в лимфоцитах рабочих, контактирующих с соединениями никеля, и подход к снижению генетических эффектов / Перминова И.Н., Синельщикова Т.А., Алехина Н.И., Перминова Е.В., Засухина Г.Д. // Цитология и генетика. 2001. Т. 35. № 3. С. 59-66.

**Н.В. Лукина, Е.И. Филимонова, М.А. Глазырина, Т.С. Чибрик**

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург

### **НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ В ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ УРАЛА**

Урал – старый промышленный регион, где добыча и переработка полезных ископаемых ведутся более 100 лет и, как следствие, имеются нарушенные площади, только в Свердловской области свыше 65 тыс. га. Вследствие высокой концентрации промышленного производства вопросы восстановления биологического разнообразия нарушенных промышленностью земель являются очень актуальными.



Сравнение видового состава лесных фитоценозов с учетом обилия видов  
 1 – Южно-Веселовский отвал (возраст 48 лет); 2 – Южно-Веселовский отвал (42 года);  
 3 – отвал Евстунинского железорудного месторождения (4-47 лет); 4 – гидроотвал Шу-  
 ралино-Ягодного месторождения россыпного золота (23 года); 5 – золоотвал  
 Верхнетагильской ГРЭС, участок на золе (30 лет); 6 – золоотвал Верхнетагильской  
 ГРЭС, участок с полосным нанесением грунта (44 года); 7 – золоотвал  
 Среднеуральской ГРЭС (более 45 лет); 8 – отвал Сухореченского месторождения  
 доломитов (30-35 лет); 9 – вскрышной отвал Сухореченского месторождения  
 доломитов (45 лет); 10 – отвал № 3 Галкинского месторождения  
 мраморизированного известняка (30 лет); 11 – вскрышной отвал  
 № 4 Галкинского месторождения  
 мраморизированного известняка (48 лет); 12 – отвал № 3 Баженовского  
 месторождения асбеста (30 лет)

Исследования на нарушенных промышленностью землях ведутся в Уральском федеральном университете более 50 лет. Изучаются динамика и структура фитоценозов, их продуктивность, структура и жизненность ценопопуляций толерантных, доминирующих видов, а также редких и исчезающих видов [1].

В данной работе представлены результаты изучения лесных фитоценозов, формирующихся в процессе самозарастания на промышленных отвалах горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, расположенных на Среднем Урале в пределах Свердловской области.

Изучение 23-48-летних лесных фитоценозов, формирующихся на отвалах промышленных предприятий Среднего Урала, показало устойчивый рост фиторазнообразия с увеличением возраста растительных сообществ и углубление процесса сивлатизации на всех изученных объектах. Видовое

богатство изученных фитоценозов варьирует от 55 до 102 видов. На отвалах горнодобывающей промышленности, сложенных скальными горными породами, образующими крупнокаменистые и глыбистые нагромождения, формирование лесных фитоценозов происходит медленно, растительные сообщества имеют обедненный видовой состав и упрощенную структуру. На отвалах перерабатывающей промышленности (золоотвалы) видовое богатство лесных фитоценозов выше. Анализ видового богатства с учетом обилия видов выявил зависимость данного показателя от зонально-климатических условий и свойств субстрата (рисунок). Видовой состав растительных сообществ имеет довольно низкие коэффициенты сходства Жаккара, с увеличением возраста сообществ коэффициенты видового сходства увеличиваются. Процесс силватизации сопровождается усложнением структуры фитоценозов, увеличением числа древесных видов, внедрением в их состав кустарников, кустарничков и полукустарничков, характерных для бореальной зоны [2, 3]. Рост биоразнообразия сопровождается появлением в фитоценозах видов, относящихся к категории редких и охраняемых на Урале. Так, в растительных сообществах, формирующихся на промышленных отвалах, обнаружено 8 видов семейства Orchidaceae, характеризующихся довольно широкой экологической амплитудой, обнаружен один межвидовой гибрид. Популяции большинства из этих видов являются малочисленными, кроме популяций *Platanthera bifolia* (L.) Rich., численность которых в лесных фитоценозах, формирующихся на золоотвалах, достигает 500-700 особей [4]. Характерной особенностью лесных фитоценозов, формирующихся на промышленных отвалах, является высокая доля в их составе луговых, лугово-сорных и сорных видов.

Работа выполнена при финансовой поддержке со стороны Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках выполнения государственного задания УрФУ № 2014/236, код проекта 2485.

## Литература

1. Экологические основы и опыт биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель / Т.С. Чибрик, Н.В. Лукина, Е.И. Филимонова, М.А. Глазырина. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2011. 268 с.
2. Глазырина М.А. *Pyrola rotundifolia* L. на нарушенных промышленностью землях / М.А. Глазырина, Н.В. Лукина, Н.В. Чукина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 5 (37). С. 244-246.
3. Характеристика ценопопуляций и особенности мезоструктуры листа *Orthilia secunda* L. на нарушенных промышленностью землях / Н.В. Чукина, М.А. Глазырина, Н.В. Лукина, К.В. Бутырин, М.В. Лихачева // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15. №3 (6). С. 1510-1513.
4. Филимонова Е.И. Орхидные в техногенных системах Урала / Е.И. Филимонова, Н.В. Лукина, М.А. Глазырина // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2014. Вып. 11. С. 68-75.

## МОНИТОРИНГ ПАРАМЕТРОВ ПОПУЛЯЦИЙ ПТИЦ В УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЛАНДШАФТАХ: ЗАДАЧИ И СПЕЦИФИКА

С давних пор, несмотря на большое число публикаций о диких животных, обитающих в городах, организация зоологического мониторинга на урбанизированных территориях (и в России, и за рубежом) отставала от аналогичных исследований в естественных ландшафтах. В последние десятилетия интерес к урбанизации как одной из главных причин глобальной трансформации биоты резко возрос. Экологи и биогеографы обратили особое внимание на два процесса, получивших названия «гомогенизация биоты» (англ. biotic homogenization) и «синурб(ан)изация» (synurb(an)ization).

Под гомогенизацией биоты понимается увеличение сходства между списками видов и между структурой животного населения/растительности (распределениями видов по обилию) разных регионов или разных местобитаний одного региона [1, 2, 5]. В последнем случае речь идет о снижении бета-разнообразия. Эти явления в значительной мере – следствие успешного расселения и роста численности ряда широко распространенных синантропных и интродуцируемых видов на фоне сокращения численности и исчезновения многих местных форм. Урбанизация считается одной из главных причин гомогенизации биоты [5].

Синурб(ан)изацией называют приспособление отдельных видов птиц и млекопитающих к специфическим условиям городской среды, завершающееся формированием городских «популяций», которые обычно характеризуются повышенными локальными плотностями, а зачастую и другими особенностями экологии, поведения, морфологии и физиологии [4]. Некоторые авторы готовы применять этот термин также к животным других таксонов и растениям [3]. С определенными оговорками синурбанизацию можно считать одной из составляющих «гомогенизации биоты». Так называемых настоящих синантропов, таких как сизый голубь, домовый воробей, серая крыса, домовая мышь, издавна обитающих почти исключительно в населенных пунктах, в том числе городах, не принято называть синурбанистами. Термин используется по отношению к местным и чужеродным (в том числе интродуцированным) видам, освоившим города (зачастую лишь природные и озелененные территории городов) в последние десятилетия (максимум – два столетия), но при этом продолжающим населять природные или сельские ландшафты. Например, синурбанистами Московского мегаполиса в настоящее время можно считать интродуцированных огаря и гоголя, реинтродуцированную крякву, тетеревику, чеглока, серую ворону, рябинника, большую синицу, лазоревку, полевую мышь.

Еще у некоторых видов птиц, преуспевших в освоении столицы, превышение плотностей гнездования над таковыми в загородных биотопах пока не столь очевидно, но, возможно, кто-то из них пополнит этот список в ближайшем будущем.

Почему и как у видов-синурбанистов происходит формирование поселений с повышенной (по сравнению с биотопами природных ландшафтов) плотностью? Почему этому повышению не препятствуют, например, в крупных городских лесопарках, те факторы (особенно – ценотические), которые удерживают ее на более низком уровне в природных ландшафтах? Почему иногда, как будто вопреки принципу конкурентного исключения, наблюдается одновременная синурбанизация близкородственных видов со схожими экологическими требованиями (большая синица и лазоревка, некоторые виды дроздов)? Как рост плотности населения видов-синурбанистов сказывается на общем видовом разнообразии, на остальных видах, обитающих в тех же биотопах городского ландшафта? Почему у некоторых «горожан» после длительных периодов поддержания высокой плотности населения происходит ее значительное снижение, как, например, у чеглока и гоголя в Москве соответственно в 1990-е гг. и последние несколько лет? Очевидно, что получить ответы на подобные вопросы, непосредственно проистекающие из фундаментальных задач экологии, невозможно без планомерных, долговременных мониторинговых работ в урболом ландшафтах. То же самое можно сказать и о природоохранных целях.

Некоторые биогеографы считают повышенную плотность в городских биотопах ключевым критерием синурбанизации вида [3]. Основные подходы к мониторингу численности птиц в городах и пригородах – повторяемые через определенные промежутки времени работы по созданию атласов (балльные экспертные оценки численности в квадратах «сетки», например 2×2 или 1×1 км) и ежегодные количественные учеты теми или иными (одними и теми же в данном месте) методами. Однако плотность населения вида не следует расценивать как единственный и безусловный критерий успеха в освоении городской среды и, тем более, как единственный предмет популяционного мониторинга. Высокая численность может формироваться в привлекательных, но по тем или иным причинам неблагоприятных для вида местах, представляющих собой «экологическую ловушку». «Успех» корректнее констатировать по результатам изучения совокупности популяционных параметров, важнейшими из которых, наряду с плотностью, являются возрастное соотношение и соотношение полов, фенология и продуктивность размножения (количество циклов размножения в году и процент участвующих в них взрослых особей, успешность гнездования, выживаемость в выводках после вылета из гнезд), степень оседлости, выживаемость первогодков и «старых» птиц. Для промышленных городов очень значимы оценки эмбриональной смертности. В идеале мониторинг популяций в урбанизируемых ландшафтах должен включать

также такие сведения, как частота использования антропогенных субстратов и материалов для размещения и строительства гнезд, суточная активность и ряд других. Для анализа и интерпретации данных по городским популяциям принципиально важны материалы аналогичных долговременных работ в природных ландшафтах того же региона.

### Литература

1. Pattern and process of biotic homogenization in the New Pangaea / B. Baiser, J.D. Olden, S. Record et al. // *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2012. V. 279. P. 4772–4777.
2. Biotic homogenization / Eds.: J.L. Lockwood, M.L. McKinney. New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers. 2001. 289 p.
3. Francis, R.A. What makes a species synurbic? / R.A. Francis, M.A. Chadwick // *Applied Geography*. 2011. V. 32. № 2. P. 514–521.
4. Luniak, M. Synurbization – adaptation of animal wildlife to urban development / M. Luniak // *Proceedings of the 4th International Symposium on Urban Wildlife Conservation* / Eds: W.W. Shaw, L.K. Harris, L. Vandruff. Tucson: Univ. of Arizona. 2004. P. 50–55.
5. McKinney, M.L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization / M.L. McKinney // *Biological Conservation*. 2006. V. 127. № 3. P. 247–260.

**М. Мустафаева, М. Уракова, М. Саидкулова**

Бухарский государственный университет, Узбекистан

### **ПРИРОДНЫЙ СОСТАВ И СЕЗОННАЯ СМЕНА ВОДОРΟΣЛЕЙ ОЧИСТИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРУДОВ Г. БУХАРЫ**

Проблема сохранения окружающей среды в настоящее время концентрирует на себе внимание исследователей. Стремительный рост населения, увеличение площадей орошаемого земледелия и развитие отраслей промышленности привели к небывалому использованию водных ресурсов. Наряду с этим всеобщее признание получили методы биохимической очистки сточных вод от органических и других загрязнителей с применением активного ила или биопленки. Их использование позволяет снизить содержание органических и других веществ в сточных водах.

Однако промышленные сточные воды после их очистки, даже по самой современной технологии, все же могут быть источниками антропогенного воздействия на природный состав водоемов. Это обуславливает необходимость разработки и внедрения различных методов доочистки сточных вод. Из биологических методов для доочистки хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод широко используются биологические пруды. Происходящие в них процессы биологического самоочищения осуществляются в результате жизнедеятельности всех групп организмов, входящих в



экосистему водоема. Благодаря жизнедеятельности водных организмов формируется химический состав воды, и тем самым определяется ее качество.

Биологические пруды получили широкое распространение как в нашей стране, так и за рубежом. Они используются для очистки сточных вод населенных пунктов, их называют биологические, стабилизационные, окислительные или буферные.

Микрофлора водоемов выполняет функцию первичного окислителя или восстановителя поступающих в водоем загрязняющих веществ. Охрана водоемов от загрязнения и получение чистой воды является глобальной проблемой в нашей стране, рассматриваются как мероприятия государственного значения, которым посвящены ряд постановлений правительства Республики Узбекистан.

На основании собранных 520 альгологических проб в биологических прудах г. Бухары и в результате обработки установлено 357 таксонов водорослей, относящихся к 5 систематическим группам: синезеленые – 105, диатомовые – 100, динофитовые – 10, эвгленовые – 30, зеленые – 112.

Наибольшая встречаемость наблюдается у зеленых водорослей, затем – сине-зеленые и диатомовые водоросли. В малом количестве – эвгленовые и динофитовые, как видно, видовое разнообразие биопрудов велико.

Фитопланктон биопрудов является одним из важнейших производителей органического вещества, на базе которого развиваются последующие звенья органической жизни. Роль фитопланктона состоит в общем круговороте веществ потребителей, обилии, распространении по водоему, сезонной периодичности развития и их продукционных возможностей.

Биологические пруды состоят из трех секций, а каждая секция – из трех прудов. Сточная вода поступает в первый пруд, через него – во второй, затем в третий, далее следует в отводящий канал. Их площадь от 4,5 до 15 га, максимальная глубина прудов от 1,5 до 3,5 м.

Весной (март-май) температура воды была от 8 до 20°C, температура воздуха 15-29°C. В ранне-весенний период температура воды еще низкая – 8-14°C. В это время состав водорослей незначителен, были обнаружены в основном холодноводные диатомовые и сопутствующие им некоторые зеленые водоросли, такие как *Cyclotella operculata*, *Diatoma vulgare*, *D. vulgare* var. *productum*, *D. elongatum*, *Synedra ulna*, *S. pulchella*, *Stephanodiscus hantzschii*, *S. astraea* var. *minutilis*, *Rhoicopsphenia curvata* и другие из диатомовых, *Chlamydomonas ehrenbergii*, *Ch. reinhardii*, *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus quadricauda*, *Stigeoclonium tenue* и другие из зеленых водорослей.

Вышеуказанные водоросли встречались при температуре воды 8-14°C, и являются доминантами в начале весны. Наряду с ними незначительно обнаружены сине-зеленые: *Microcystis pulvereae*, *Oscillatoria lemmermanii*, *O. brevis* и другие. Низкая температура в ранне-весенний период, вероятно, влияет на общую бедность состава и количества фитопланктона.

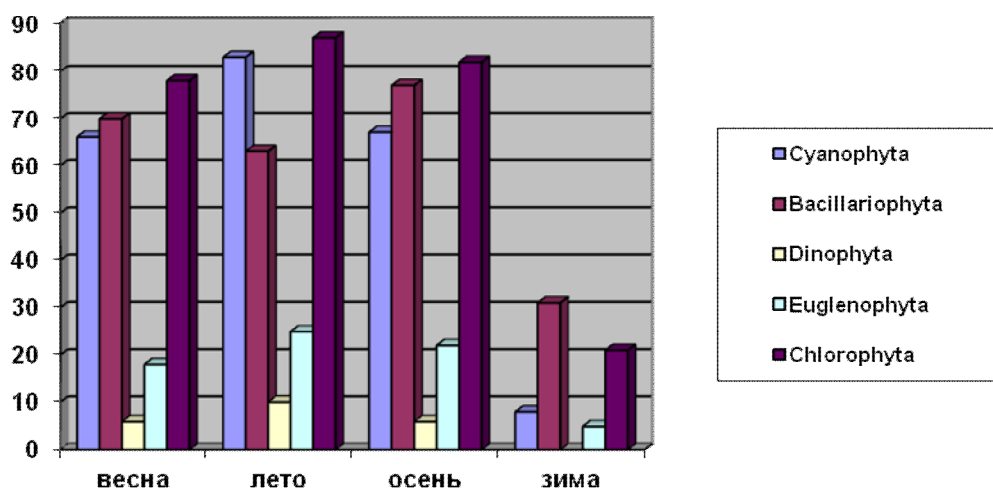
В апреле и мае с повышением температуры воды – 18-25°C, при температуре воздуха 24-29°C, усилением солнечного света и повышением прозрачности начинается развитие теплолюбивых представителей сине-зеленых, зеленых и некоторых эвгленовых, динофитовых и диатомовых водорослей.

В мае диатомовый комплекс фитопланктона уменьшается, количественно увеличиваются зеленые, сине-зеленые, эвгленовые и некоторые динофитовые водоросли.

В это время фитопланктон обогащается *Chlamydomonas globosa*, *Palmellocystis planctonica*, *Oocystis marssonii*, *Coelastrum microporum*, *Scenedesmus acuminatus*, *Ankistrodesmus acicularis*, *Gomphosphaeria aponina*, *Coelosphaerium kuetzingianum* и другие из зеленых. Наряду с ними также отмечены *Trachelomonas volvocina*, *Euglena aculeata*, *E. caudata*, *E. bucharica* и другие из эвгленовых. Появляются некоторые теплолюбивые диатомовые водоросли: *Melosira granulata*, *Cyclotella kuetzingiana*, *Cocconeis placentula*, *Mastogloia baltica*, *Caloneis amphibaena*, *Navicula cryptocephala*, *Amphora veneta*, *Nitzschia hungarica*, *N. linearis* и другие. Из диатомовых появляются *Glenodinium penardii*, *G. cospicum*, из пиррофитовых *Peridinium cinctum*, *P. inconspicuum* и другие.

Из указанных водорослей доминантами весной-летом-осенью являются зеленые, диатомовые и сине-зеленые, за счет которых формируется основная фитомасса.

Здесь следует отметить, что наименьшее количество видов водорослей (по встречаемости) отмечается в первом и втором пруду, потому что воды городского сброса через лотки попадают в первый пруд, затем во второй. Вода сильно мутная, прозрачность воды 5-10 см и обнаруженные водоросли первого и второго пруда составляют 22-30 таксонов. В третьем пруду видовое разнообразие водорослей составляет 38-44 таксона



Динамика изменений состава водорослей по временам года  
в биопрудах очистных сооружений г. Бухары

Весной было зарегистрировано всего 234 таксона, из которых сине-зеленые – 66, диатомовые – 70, динофитовые – 6, эвгленовые – 18, зеленые – 78. Большим видовым разнообразием отличаются зеленые, затем диатомовые и сине-зеленые, наименьшей – динофитовые и эвгленовые водоросли.

Видов, которые встречаются только весной, всего 31, из которых сине-зеленые – 9, диатомовые – 8, эвгленовые – 4, зеленые – 9. Это *Woloszynski leopoliensis*, *Nodularia spumigena*, *N. harveyana*, *N. horveana* f. *sphaerocapsa*, *Oscillatoria chalybea*, *O. putrida*, *O. terebriformis* из синезеленых; *Chlamydomonas nostigama*, *Ch. atactogama*, *Heleochloris pallida*, *Oocystis crassa*, *Coelastrum reticulatum*, *Tetraedron regulare*, *T. incus*, *Ankistrodesmus pseudomirabilis* var. *gracilis*, *Kirchneriella contorta* из зеленых; *Melosira islandica*, *Cyclotella comta*, *Stephanodiscus hantzschii*, *St. astraea* var. *minutis*, *Diploneis smithii*, *Navicula cincta*, *Synedra tabulata*, *Gomphonema constrictum* var. *capitatum* из диатомовых; *Strombomonas urceolata*, *Eutreptia lanowii*, *Euglena aculeata*, *Colacium vesiculosum* из эвгленовых водорослей.

Сезонная смена водорослей в биопрудах очистных сооружений г. Бухары

Отделы микроводорослей	Всего видов	Количество видов			
		весной	летом	осенью	зимой
Цианопхита	105	66	83	67	8
Бацилларифита	100	70	63	77	31
Динофита	10	6	10	6	-
Евгленифита	30	18	25	22	5
Хлорофита	112	78	87	82	21
<b>Итого</b>	<b>367</b>	<b>234</b>	<b>267</b>	<b>254</b>	<b>65</b>

Эти вышеуказанные водоросли в другие сезоны года не были обнаружены. Возрастает также количественное значение поздневесенних субдоминантов, наибольшее разнообразие видов фитопланктона наблюдается в июле и в августе. Существенную роль играют сине-зеленые, зеленые, эвгленовые водоросли.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. В биологических прудах очистительных сооружений г. Бухара в весенне-летне-осенний периоды обнаружено большее количество видов, чем зимой. Весной в биологических прудах очистительных сооружений было найдено – 234, летом – 267, осенью – 254, зимой – 65 таксонов.

2. Сезонные изменения водорослей в биологических прудах связаны с изменением температуры, светового режима, доли биогенных веществ, прозрачности, содержания газа, pH, течения и других факторов. С изменением этих факторов изменяется и встречаемость водорослей.

3. Наибольшее количество водорослей встречается в весенне-летне-осенний период. В биологических прудах преобладают представители зе-

ленных, сине-зеленых и диатомовых водорослей. Весной в данном пруде встречаются зеленые, диатомовые и сине-зеленые водоросли.

4. На основании полученных результатов и их анализа показано, что наибольшее число сходных видов отмечено в конце весны, летом и в начале осени, сходные составляют 119 таксонов, наименьшее число сходных видов весной, летом, осенью и зимой – 48.

5. Различие в видовом составе, наблюдаемое в одни и те же сезоны года, свидетельствует о случайном действии каких-либо экзогенных факторов, стимулирующих развитие одних видов и подавление других.

**М. Мустафаева, М. Уракова, М. Саидкулова**

Бухарский государственный университет, Узбекистан

### **ЭКОФЛОРИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФИТОПЛАНКТОНОВ В ВОДОЕМАХ Г. БУХАРЫ**

Состав господствующих видов водорослей в водоемах различных типов, расположенных в различных регионах, непостоянен, он меняется с изменением экологических факторов среды, таких как температура, солнечный свет, биогенные элементы, минерализация воды, прозрачность, водородные ионы (pH), содержание газа и другие.

Анализ сезонной динамики водорослей дает возможность выявить, насколько стабилен характер преобладающих видов водорослей. Следовательно, характер распределения доминирующих видов водорослей в водоеме в значительной степени зависит от состава и интенсивности развития фитопланктона.

За период исследований в фитопланктоне биологических прудов г. Бухары выявлено 357 таксонов водорослей, принадлежащих к 5 отделам, которые распределяются следующим образом: Cyanophyta – 105 (29,4%), Bacillariophyta – 100 (28%), Dynophyta – 10 (2,8%), Euglenophyta – 30 (8,4%), Chlorophyta – 112 (31,4%).

Ведущая роль в течение исследованного периода принадлежала зеленым водорослям. Сине-зеленые наиболее богато представлены в конце весны, летом и в начале осени. Третье место занимают диатомовые. Эти водоросли в большем количестве отмечаются ранней весной, поздней осенью и зимой. Для эвгленовых и динофитовых водорослей наибольшее количество отмечено в летне-осенний период.

Встреченные 112 видов и разновидностей зеленых водорослей объединены в 34 рода, относящихся к 19 семействам, 6 порядкам и 4 классам (таблица).

Систематический анализ таксонов,  
встречающихся в водах биопрудов очистных сооружений

Отделы водорослей	Количества видов и разновидностей	Класс	Порядок	Семейство	Род
Cyanophyta	105	3	3	10	18
Dinophyta	10	1	1	1	2
Bacillariophyta	100	2	3	6	24
Euglenophyta	30	1	1	2	7
Chlorophyta	112	4	6	19	34
Всего	357	11	14	38	85

По одному виду содержится в 16 родах, таких как *Palmellocystis*, *Planctococcus*, *Palmella*, *Nautococcus*, *Chaetopeltis*, *Crueigenia*, *Golenkinia*, *Botryococcus*, *Hameotococcus*, *Sphaerodictyon*, *Sponduloseum*, *Desmidium*, *Mongeotia* по два вида имеют 5 родов: *Chlorella*, *Characium*, *Pandorina*, *Ulotrix*, *Cladofora*. По три вида содержат 4 рода (*Chodatella*, *Dictyosphaerium*, *Stigeoclonium*, *Spirogyra*), по 4 вида – 2 рода (*Coleastrum*, *Tetraedron*). По 5 видов имеют 2 рода: *Pediastrum*, *Closterium*. По 9 видов содержат следующие роды: *Oocystis*, *Ankistrodesmus*, *Cosmarium*. Род *Scenedesmus* – 14 видов, род *Chlamydomonas* содержит 15 видов.

Таким образом, среди водорослей обнаружено большое количество представителей класса хлорококковых, имеется 67 видов и форм, класс конъюгатных водорослей – 20, класс вольвоксовых – 18 видов, 7 видов содержится в классе улотриковых.

В биопрудах очистительных сооружений обнаружено 105 таксонов сине-зеленых водорослей, которые принадлежат к 18 родам, 10 семействам, 3 порядкам и 3 классам, таким как хлорококковые, хамесифоновые и гормогониевые.

Основное количество встречающихся видов относится к родам *Oscillatoria* (28), *Anabaena* (12), *Microcystis* (10), *Gloeocapsa* (9), *Phormidium* (8). Остальные роды имеют 1-7 видов, так, например, *Spirulina* и *Lyngbya* – по 7 видов. Роды *Coelastropharium*, *Woloszynski*, *Pleurocapsa*, *Rhabdoderma* содержится по одному виду; роды *Cylindrocapsa*, *Aphanizomenon* – по 2 вида; к роду *Aphanizomenon*, *Anabaenopsis*, *Gomphosphaeria*, *Nodularia* – по 3 вида, 4 вида содержит род *Merismopedia*. Здесь преобладают представители класса гормогониевые – 72 вида и форм, класса хлорококковых – 32, для класса хамесифоновых характерен 1 вид.

В течение исследованного периода было обнаружено 100 видов, разновидность и форм диатомовых водорослей, которые объединены в 24 рода, принадлежащих 6 семействам, 3 порядкам – *Discoidales*, *Araphinales* и *Laphinales* и 2 классам – *Centriacea* и *Pennatae*. Обнаруженные эвгленовые

водоросли в данном пруде представлены 7 родами: *Trachelomonas*, *Strombomonas*, *Eutreptia*, *Euglena*, *Phacus* и *Colasium*, представители 2 семейств: Suglenaceae – эвгленовые, Colaiaceae – колацевые, и 1 класса – Euglenophyceae.

Динофитовые водоросли занимают пятое место после эвгленовых. В течение исследованного периода было найдено 10 видов, относящихся к 1 классу – Peridineae, 1 порядку – Peridiniales, 1 семейству – Peridiniaceae и родам *Glenodinium* и *Peridinium*.

В биологических прудах очистительных сооружений к преобладающим по встречаемости относятся представители зеленых, сине-зеленых, эвгленовых и динофитовых водорослей, которые отмечаются при температуре воды 20-31°C, pH 7,0-7,6 и богатом содержании биогенных и других веществ, а диатомовые водоросли в большем числе зафиксированы при температуре воды 12-22°C.

В результате наших исследований нами обнаружено 220 таксонов сапробных водорослей. Здесь ведущее место занимают зеленые водоросли – 73 вида и разновидности, на втором месте сине-зеленые – 66, на третьем диатомовые – 59 и другие.

По сапробности первое место занимает β-мезосапроб 84 видов и форм, или 38,1%, из них сине-зеленые – 32, диатомовые – 12, эвгленовые – 10, зеленые – 30. α-мезосапроб всего составляет – 41 таксон, из которых первое место занимают зеленые водоросли – 14, затем синезеленые и диатомовые – по 10 видов, эвгленовые – 7. Полисапробные всего 36 видов и разновидностей, что составляет 16,3%. Здесь наибольшее количество – диатомовые водоросли – 10, зеленые и эвгленовые – по 9 видов, сине-зеленые – 8. Сапробные составляют 28 видов водорослей, из них синезеленые – 8, диатомовые – 6, эвгленовые – 4, зеленые – 10. Альфа-бета-мезосапроб всего 21 таксон, сине-зеленые – 3, диатомовые – 6, эвгленовые – 5, зеленые – 7. Мезосапроб всего 5 видов, из них диатомовые – 4, зеленые – 1. Остальные сапробные, такие как олиго-бета-мезосапроб, альфа-мезосапроб, полисапроб, мезо-олигосапроб, олиго-мезасапроб и другие содержат по одному или два вида.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Обнаружены 357 таксонов в биологических прудах очистительных сооружений г. Бухары, относящихся к 85 родам, 38 семействам, 14 порядкам, 11 классам и 5 отделам.

2. Среди зарегистрированных водорослей в биологических прудах планктонными являются 112 видов и разновидностей, планктонно-бентосными – 166 таксонов, а для бентоса характерно 79 видов.

3. В зависимости от степени загрязнения обнаруженные водоросли в биологических прудах относятся к 220 таксонам, из которых первое место занимает бета-мезосапроб (84 вида).

М. Мустафаева, Ш. Халимова, Н. Хамрокулова

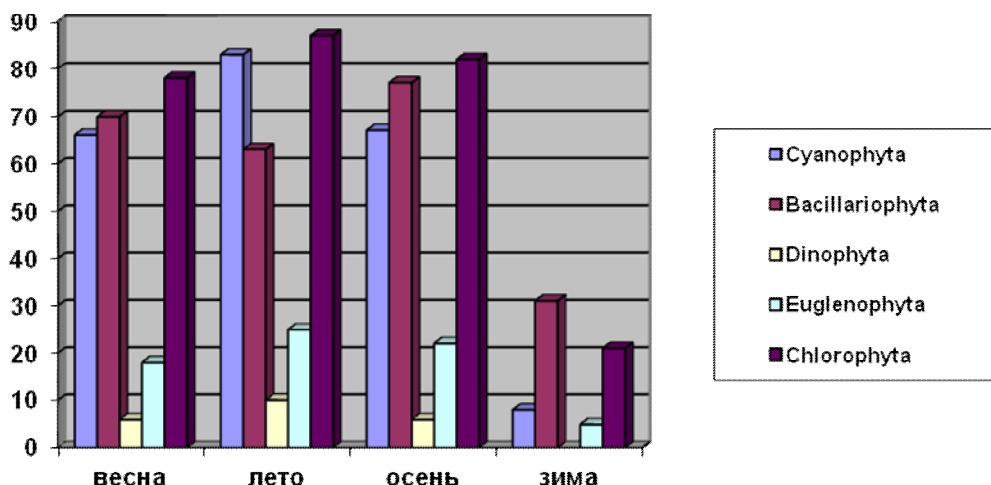
Бухарский государственный университет, Узбекистан

## СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФИТОПЛАНКТОНА БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРУДОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ Г. БУХАРЫ

Сезонные годовые изменения водорослей в биологических прудах очистных сооружений г. Бухары более или менее постоянны.

Сезонная смена фитопланктона и встречаемость во всех прудах друг от друга мало отличаются или почти одинаковы. Площадь биопрудов и грунт почти одинаковые, и вся сточная вода после аэротенка через коллектор поступает в 1, 2 и 3 секции. Каждая секция состоит из трех прудов. Состав фитопланктона в трех прудах почти одинаков, так как они между собой соединены. Однако количество клеток водорослей в третьем пруду больше, чем в первом и втором.

Весной (март-май) температура воды была от 8 до 20°C, температура воздуха 15-29°C. В ранне-весенний период температура воды еще низкая 8-14°C. В это время состав водорослей незначителен, были обнаружены в основном холодноводные диатомовые и сопутствующие им некоторые зеленые водоросли. Например, *Cyclotella operculata*, *Diatoma vulgare*, *D. vulgare* var. *productum*, *D. elongatum*, *Synedra ulna*, *S. pulchella*, *Stephanodiscus hantzschii*, *S. astraea* var. *minutilis*, *Rhoicopsphenia curvata* и другие из диатомовых; *Chlamydomonas ehrenbergii*, *Ch. reinhardii*, *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus quadricauda*, *Stigeoclonium tenue* и другие из зеленых водорослей.



Динамика изменения состава водорослей по временам года  
в биопрудах очистных сооружений г. Бухары

Эти вышеуказанные водоросли встречались при температуре воды 8-14°C, являются доминантами в начале весны. Наряду с ними незначительно обнаружены сине-зеленые, такие как, *Microcystis pulverea*, *Oscillatoria lemmermanii*, *O. brevis* и другие. Низкая температура в ранне-весенний период, вероятно, влияет на общую бедность состава и количества фитопланктона.

В апреле и мае с повышением температуры воды 18-25°C, при температуре воздуха 24-29°C, усилением солнечного света и повышением прозрачности начинают развиваться теплолюбивые представители сине-зеленых, зеленых и некоторых эвгленовых, динофитовых и диатомовых водорослей.

В мае диатомовый комплекс фитопланктона уменьшается, количественно увеличиваются зеленые, сине-зеленые, эвгленовые и некоторые динофитовые водоросли.

В это время фитопланктон обогащается *Chlamydomonas globosa*, *Palmellocystis planctonica*, *Oocystis marssonii*, *Coelastrum microporum*, *Scenedesmus acuminatus*, *Ankistrodesmus acicularis*, *Gomphosphaeria aponina*, *Coelosphaerium kuetzingianum* и другими из зеленых. Наряду с ними также отмечены *Trachelomonas volvocina*, *Euglena aculeata*, *E. caudata*, *E. bucharica* и другие из эвгленовых. Наряду с ними появляются в числе доминантов некоторые теплолюбивые диатомовые водоросли: *Melosira granulata*, *Cyclotella kuetzingiana*, *Cocconeis placentula*, *Mastogloia baltica*, *Caloneis amphisbaena*, *Navicula cryptocephala*, *Amphora veneta*, *Nitzshia hungarica*, *N. linearis* и другие. Из диатомовых появляются *Glenodinium penardii*, *G. conspicum*, из пиррофитовых – *Peridinium cinctum*, *P. inconspicuum* и другие.

Выявлено весеннее обогащение зеленых, сине-зеленых и некоторых диатомовых и других водорослей, большинство из которых являются доминантами и весной. Здесь следует отметить, что наименьшее количество встречаемости водорослей отмечается в первом и втором пруду, потому что воды городского сброса через лотки попадают в первый пруд, затем во второй. Вода сильно мутная, прозрачность воды 5-10 см и обнаруженные водоросли первого и второго пруда составляют 22-30 таксонов. В третьем пруде видовое разнообразие водорослей составляет 38-44 таксона.

Сезонная смена состава водорослей в биопрудах очистных сооружений г. Бухары

Отделы микроводорослей	Всего видов	Количество видов			
		весной	летом	осенью	зимой
Cyanophyta	105	66	83	67	8
Bacillariophyta	100	70	63	77	31
Dinophyta	10	6	10	6	-
Euglenophyta	30	18	25	22	5
Chlorophyta	112	78	87	82	21
<b>Итого</b>	367	234	267	254	65



Весной было зарегистрировано всего 234 таксона, из которых сине-зеленые – 66, диатомовые – 70, динофитовые – 6, эвгленовые – 18, зеленые – 78. Большим разнообразием отличаются зеленые, затем диатомовые и сине-зеленые, наименьшим – динофитовые и эвгленовые водоросли.

Видов, которые встречаются только весной, всего 31, из них сине-зеленые – 9, диатомовые – 8, эвгленовые – 4, зеленые – 9. Это такие как: *Woloszynski leopoliensis*, *Nodularia spumigena*, *N. harveyana*, *N. horveana f. sphaerocapsa*, *Oscillatoria chalybea*, *O. putrida*, *O. terebriformis*, из сине-зеленых; *Chlamydomonas nostigama*, *Ch. atactogama*, *Heleochloris pallida*, *Oocystis crassa*, *Coelastrum reticulatum*, *Tetraedron regulare*, *T. incus*, *Ankistrodesmus pseudomirabilis var. gracilis*, *Kirchneriella contorta* из зеленых; *Melosira islandica*, *Cyclotella comta*, *Stephanodiscus hantzschii*, *St. astraea var. minutilis*, *Diploneis smithii*, *Navicula cincta*, *Synedra tabulata*, *Gomphonema constrictum var. capitatum* из диатомовых; *Strombomonas urceolata*, *Eutreptia lanowii*, *Euglena aculeata*, *Colacium vesiculosum* из эвгленовых водорослей. Эти вышеуказанные водоросли в другие сезоны года не были обнаружены.

**М.И. Мустафаева, Ш. Шаропова**

Бухарский государственный университет, Узбекистан

## **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОКОВ г. БУХАРЫ**

Среди комплекса антропогенных факторов одно из ведущих мест занимает «водный фактор», связанный с загрязнением водоисточников, недостатками в очистке и обеззараживании воды. Сброс недостаточно очищенных и неочищенных сточных вод в водотоки предопределяет аномальное изменение их химического состава и деградацию биоценозов. Свой вклад в загрязнение водных объектов вносят и коммунально-бытовые сточные воды, загрязненные органическими и азот- фосфоросодержащими соединениями, а также бактериями и вирусами.

В 1996 году были разработаны и утверждены Минздравом РУз «Санитарные правила и нормы охранных поверхностных вод от загрязнения» (Искандарова Ш.Т., 2005), основной целью которых были предупреждение и устранение существующего загрязнения водных объектов, приводящего к развитию интоксикаций у населения при использовании воды для хозяйственно-питьевых целей, возникновению случаев инфекционных и паразитарных заболеваний, распространяющихся водным путем, а также к нарушению условий рекреации в связи с появлением в воде неприятных запахов, окраски, пено- или пленкообразования.

На современном этапе для очистки воды широко применяются промышленные методы, такие как химический, физико-химический. Большинство

этих традиционных методов, обладая достаточной эффективностью, сопряжены также и с необходимостью решения ряда проблем, например, высокие энергозатраты, повышенные требования к оборудованию, сложность в эксплуатации, дополнительные химические обработки и т.д., что приводит к значительному увеличению себестоимости обработки воды. Поэтому более перспективным в очистке воды от загрязнений может быть биологический метод, основанный на использовании природных механизмов элиминации нормируемых ингредиентов. В этом методе объединены очистительные способности почвогрунтов, сообществ микро- и макрофитов, микрофлоры и фауны. Очень заметен интерес к целенаправленному использованию высших водных растений и водорослей в улучшении качества воды в водоёмах.

Основным фактором, влияющим на изменение качественного показателя водоёмов, являются коммунально-бытовые стоки. В очистные сооружения г. Бухары ежедневно выбрасывается около 20 тыс. м<sup>3</sup> стоков, которые приводят к изменению химического и биологического состава воды. При этом отсутствует полная картина распределения водорослей и их роль в определении эколого-санитарного состояния биологических прудов очистного сооружения г. Бухары, что и побудило нас к исследованию этих важных проблем.

По изучению флоры и растительности водоемов Средней Азии проделана большая работа, однако в литературных источниках не дается исчерпывающих сведений об альгофлоре искусственных водоемов Средней Азии.

Полные сведения о флористическом составе водорослей очистительных сооружений г. Бухары и о закономерностях их развития до нашего времени отсутствуют.

Очистительные сооружения г. Бухары расположены на 2-й левобережной террасе долины реки Зеравшан, в 2,8 км южнее границы города Бухары и размещаются в 180-200 метрах к югу от железной дороги Каган – Ашхабад. В 480-750 метрах западнее площадок очистных сооружений проходит коллектор им. Саковича. Участок имеет форму прямоугольника, вытянутого с севера на юг. Рельеф площадки спокойный с незначительным падением с северо-востока на юго-запад.

Отметки земли колеблются от 215,1 до 213,6 м. Общий уклон площадки с северо-востока на юго-запад составляет 0,00014. Участок представляет собою пустынную, сильно засоленную равнину, сложенную аллювиальными отложениями четвертичного возраста из суглинков серых, тонкозернистого водонасыщенного песка, глины песчанистой и мелкого окатанного галечника кристаллических пород. Грунтовые воды сильно минерализованы. Засоление сульфатно-хлоридное. Глубина залегания грунтовых вод 1,20-2,20 м. На территории участка имеются искусственные рвы общей протяженностью 1530 м со средним сечением 0,7 м<sup>2</sup>, а также размещаются здания и сооружения. Площадь участка имеет ограждения из колючей проволоки. Основанием для разработки генплана площадки очистных сооружений канализации г. Бухары

служат технологическая схема размещения зданий и сооружений на территории площадки и высотная схема по воде для сооружений, связанных с технологией работ по очистке канализационных стоков.

Канализование города осуществляется системой самотечных коллекторов, главными из которых являются Западный, Центральный, Южный. Очистка стоков принята полная биологическая в искусственно созданных условиях (на аэротенках) с доочисткой на биопрудах.

Очистительные сооружения составляют более 60 га. Территория сложена в основном аллювиально-дельтовыми отложениями. В очистительные сооружения г. Бухары ежедневно выбрасывается около 200 тыс. м<sup>3</sup> стоков в сутки, где первоначально идет очистка в закрытых устройствах – аэротенках. В аэротенке, работающем по типу аэрофильтра, сточная вода поступает на поверхность загрузочного материала и по щелям, имеющимся в нем, стекает вниз, а навстречу ей движется вдуваемый снизу воздух. Здесь идет аэробное окисление, которое освобождает воду от взвесей за счет деятельности различных микро- и макроорганизмов «активный ил», которым для обеспечения максимальной их численности создаются возможно лучшие условия существования. Создание организмам-очистителям благоприятных кислородных условий достигается продуванием сквозь сточную жидкость воздуха, отток метаболитов – током самой очищаемой жидкости, а температурные и некоторые другие условия легко контролируются. Из аэротенка вода поступает в отстойник, где подвергается анаэробной обработке. В результате жизнедеятельности анаэробных бактерий происходит распад белков до аминокислот и аммиака с выделением сероводорода, а также сбраживание жирных кислот с образованием углекислоты, метана и сероводорода.

Благодаря жизнедеятельности водных организмов формируется химический состав воды и, тем самым, определяется ее качество.

Из отстойника вода поступает в биологические пруды. Биологические пруды получили широкое распространение как в нашей стране, так и за рубежом. Они используются для очистки сточных вод населенных пунктов, их называют биологические, стабилизационные, окислительные или буферные. В настоящее время общая площадь биопрудов составляет 51 га.

Микрофлора водоемов выполняет функцию первичного окислителя или восстановителя поступающих в водоем загрязняющих веществ.

Альгофлора биологических прудов очистных сооружений г. Бухары нами изучена впервые. По нашим наблюдениям, в процессах самоочищения сточных вод в разной степени участвуют представители всех систематических групп водорослей, развивающихся в том или ином водоеме. Даже виды одного и того же рода характеризуются разными свойствами. Это свидетельствует о необходимости всесторонних и глубоких флористических исследований природного водорослевого населения водоемов, используемых в качестве биологических прудов-накопителей, отстойников и полей фильтрации. Помимо научного интереса, такие исследования имеют

чисто практическое значение, так как особенности и сезонные изменения видового состава альгофлоры могут быть использованы для обогащения его наиболее желательными в данном случае видами. До начала альголизации мы исследовали видовой состав природной флоры водорослей и их распределение по биопрудам, было выявлено 120 видов, разновидностей и форм водорослей, характерных для загрязненных водоемов.

При развитии внесенных организмов в биологических прудах постепенно создаются благоприятные условия для многих сопутствующих видов гидробионтов. Некоторые внесенные водоросли получили активное развитие в прудах. Это способствовало снижению содержания органического соединения воды и дало толчок увеличению количества растворенного в воде кислорода. В прибрежных частях во всех прудах часто встречались скопления нитчатых водорослей, состоящих из видов родов *Stigeoclonium*, *Cladophora*, *Spirogyra* и другие. Наряду с ними изредка попадались сине-зеленые, диатомовые и другие водоросли. Среди них несколько выделялись *Oscillatoria tenuis*, *O. sancta*, *Phormidium foveolarum*, *lungbya aestuari* и т.п.

На поверхности различных подводных предметов (ветки, доски, камни) наблюдались обрастания, состоящие из *Stigeoclonium tenue*, наряду с ними прилепились нити *Oscillatoria brevis*, *O. irrigua*, *O. limosa*, *O. tenuis*, а на поверхности нитей – эпифитные виды диатомовых *Cocconeis placentula*, *Navicula tryptocophala* и многое другое.

Таким образом, после альголизации фитопланктонные и фитобентосные группировки биологических прудов очистных сооружений г. Бухары обогащались в качественном и количественном отношении. Увеличение видового состава водорослей до 357 таксонов и их адаптация в биопрудах позволили продолжить работы по выявлению роли водорослей в очистке сточных вод. Встречающиеся водоросли в основном составляют альфа-бета-мезосапробы.

Содержание в воде растворенного кислорода является одним из важных факторов самоочищения воды. По мере увеличения количества растворенного кислорода ускоряются процессы самоочищения. В весенний период при повышении температуры воды и солнечной энергии в биологических прудах наблюдается интенсивное развитие фитопланктонов. По мере развития микроводорослей в воде увеличивается количество растворенного кислорода до 3,0-4,0 мг/л. Уменьшается количество органических веществ по БПК<sub>5</sub> до 44,0-50,8 мг О<sub>2</sub>/л. Наблюдается уменьшение количества минеральных элементов.

В летний период температура воды повышается до 25-30°C. При таких температурных условиях и увеличении интенсивности солнечного света во всех биопрудах наблюдается массовое развитие фитопланктонов. При массовом развитии водорослей в сточных водах увеличивается количество растворенного кислорода до 9-10 мг/л. Величина БПК<sub>5</sub> уменьшается до 11,4-

15,2 мг О<sub>2</sub>/л. Количество аммиака, нитритов и нитратов не наблюдается, так как водоросли их поглощают для роста и развития.

После альголизации биопрудов значительно увеличивается количество фитопланктонов и повышается очистительная эффективность водорослей в биологических прудах.

Охрана водоемов от загрязнения и получение чистой воды являются глобальной проблемой в нашей стране, рассматриваются как мероприятие государственного значения, которому посвящен ряд постановлений правительства Республики Узбекистан.

**Г.Х. Муфаздалова, С.В. Кабанов**

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

### **ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ИНВАЗИВНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ФИТОЦЕНОЗАХ ПРИРОДНОГО ПАРКА «КУМЫСНАЯ ПОЛЯНА»**

В настоящее время проблема, связанная с появлением и воздействием на сообщества и экосистемы чужеродных видов, является одной из важнейших. Наука располагает целым рядом подробно описанных примеров расширения ареалов и резкого увеличения численности в результате инвазий с глобальными экологическими, экономическими, а иногда и социальными последствиями [2].

Основная задача Природного парка «Кумысная поляна» – это сохранение природной среды, уникальных и эталонных природных ландшафтов в естественном состоянии [4], поэтому необходимо раннее обнаружение и предотвращение воздействия чужеродных растений на его экосистемы. Контроль за инвазиями возможен при постоянном мониторинге заносимых видов и правильном определении найденных новых растений, изучении динамики и численности популяций адвентивных видов растений.

Изучение инвазии чужеродных древесных видов на территории парка проводилось в 2013–2014 годах маршрутно-рекогносцировочным методом. Были обследованы все основные типы местообитаний природного парка. Кроме того, было проведено изучение влияния освещенности на состояние возобновления ясеня ланцетного. При определении освещенности использовался люксметр ТКА-ПКМ (модель 43). Замеры проводились в полуденные часы и выражались в процентах к освещенности открытого пространства. Помимо фиксации освещенности, описывалось местообитание (рельеф, тип лесорастительных условий, гранулометрический состав почв, наименование ассоциации, признаки антропогенного воздействия, условия освещенности и др.), а также характеристики самого растения (возрастное состояние, жизненное состояние, высота).

Признаки возрастных состояний указывались О.В. Смирновой с соавторами [3]. При установлении жизнеспособности подроста в основу была положена классификация, предложенная А.А. Чистяковой [1], с подразделением на три категории – растения нормальной жизненности, пониженной жизненности и низкой жизненности.

В результате исследований на территории Природного парка «Кумысная поляна» выявлено естественное возобновление следующих древесных видов (табл. 1).

Таблица 1

Возобновление инвазионных древесных пород в районе исследования

Возрастное состояние	Число всходов и подроста, шт. / доля в %					
	Ясень ланцетный <i>Fraxinus lanceolata</i> Borkh.	Клен ясенелистный <i>Acer negundo</i> L.	Виноград девичий пяти- листочковый <i>Parthenocissus quinquefolia</i> L.	Вяз приземистый <i>Ulmus pumila</i> L.	Акация белая <i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Смородина золотистая <i>Ribes aureum</i> Pursh
Проростки (pl)	-	5 / 6	-	-	-	-
Ювенильные (j)	10 / 7	3 / 4	1 / 7	1 / 8	-	-
Имматурные (im)	125 / 79	54 / 65	6 / 43	6 / 46	-	-
Виргинильные (v)	16 / 10	3 / 4	4 / 29	4 / 31	2 / 50	2 / 100
Молодые генеративные (g <sub>1</sub> )	7 / 4	15 / 18	2 / 14	2 / 15	2 / 50	-
Средневозрастные генеративные (g <sub>2</sub> )	-	3 / 3	1 / 7	-	-	-
Старые генеративные (g <sub>3</sub> )	-	-	-	-	-	-
Сенильные (s)	-	-	-	-	-	-

Сомкнутые естественные лесные растительные сообщества ПП «Кумысная поляна» являются наиболее сбалансированными, поэтому внедрение в них представителей адвентивной дендрофлоры не имеет массового характера. Большинство выявленных видов представлены особями имматурного возрастного состояния и приурочены к антропогенно-преобразованным открытым и полукрытым ландшафтам.

Для выявления статистической достоверности различий в освещенности имматурных особей подроста ясеня ланцетного разной жизненности был проведен однофакторный дисперсионный анализ. Результаты дисперсионного анализа приведены в табл. 2.

Результаты дисперсионного анализа

S	Df	MS	SS	df	MS		p
Effect	Effect	Effect	Error	Error	Error	F	
(сумма квадратов фактора)	(число степеней свободы фактора)	(средний квадрат фактора)	(сумма квадратов ошибки)	(число степеней свободы ошибки)	(средний квадрат ошибки)		(вероятность нулевой гипотезы)
493,4	1	493,43	173531,3	144	1205,08	0,40946	0,523262

Величина F-критерия и вероятность нулевой гипотезы не подтвердили наличие статистически достоверных различий в уровне освещенности особей разных категорий жизненности.

Наиболее важным показателем обилия подростка ясеня ланцетного имматурного возрастного состояния являются расстояние от источника обсеменения, наличие признаков механического повреждения напочвенного покрова и тип местообитания. Таким образом, полученные нами предварительные данные свидетельствуют о том, что наличие инвазивных видов в природном парке «Кумысная поляна» в настоящий момент времени приурочено в большей степени к антропогенно-преобразованным (нарушенным) открытым пространствам.

### Литература

1. Восточноевропейские широколиственные леса: монография / Р.В. Попадюк [и др.]; под ред. О.В. Смирновой. М.: Наука, 1994. 364 с.
2. Дгебуадзе, Ю.Ю. Биологические инвазии чужеродных видов – глобальная экологическая проблема: монография / Ю.Ю. Дгебуадзе // Сохранение биологического разнообразия как условие устойчивого развития / Д.С. Павлов [и др.]; отв. ред. В.М. Захаров. М.: ООО «Типография ЛЕВКО»; Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России, 2009. 84 с.
3. Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений. Деревья и кустарники: метод. разработки для студентов биол. спец. / А.А. Чистякова [и др.]; под ред. О.В. Смирновой; МГПИ им. В.И. Ленина. М.: Прометей, 1989. 106 с.
4. Особо охраняемые природные территории Саратовской области: национальный парк, природные микрорезерваты, памятники природы, дендрарии, ботанический сад, особо охраняемые геологические объекты; науч. ред. В.З. Макаров Комитет охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2007. 300 с.

**В.В. Немерцалов, С.Г. Коваленко, Т.В. Васильева**

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова, Украина

### **ДИНАМИКА РАЗНООБРАЗИЯ ЛИАН КАК ПОКАЗАТЕЛЬ МЕЗОФИТИЗАЦИИ ФЛОРЫ ОДЕССЫ**

Биоразнообразие урбанофлоры определяется различными абиотическими, биотическими и антропогенными факторами, которые действуют в

комплексе на все компоненты городской биоты. В соответствии с геоботаническим районированием город Одесса расположен в Правобережной злаковой степи Евразийской степной области [2, 3]. Массовая высадка деревьев и формирование интродукционной дендрофлоры начались здесь в начале XIX века.

Дендрофлора играет большую роль в экологии населенных пунктов. Если деревьям и кустарникам уделяется основное внимание, то на лианы часто просто не обращают внимания. Однако растения, обладающие такой жизненной формой, не только выполняют те же функции, что деревья, и кустарники, но часто являются их заменителями на ограниченных строениях городских магистралей, во дворах, создавая свой неповторимый микроклимат и своеобразный эстетически выразительный облик.

Целью наших исследований было выделение из дендрофлоры г. Одессы лиан, изучение их происхождения, времени (сроков) появления в городе, встречаемости и мест распространения.

Согласно указу Екатерины II, Одесса как город появилась в 1794 году [6]. Аборигенных видов в дендрофлоре очень мало. В настоящее время она представлена 687 видами из 204 родов и 78 семейств [4], хотя ежегодно завозятся новые формы, сорта и виды. Список лиан приведен в таблице.

Перечень видов лиан в дендрофлоре г. Одессы

Семейство	Вид	Встречаемость
Actinidiaceae	<i>Actinidia arguta</i> (Siebold&Zucc.) Planchex Miq.	Е
	<i>A. giraldii</i> Diels	Е
	<i>A. kolomikta</i> (Maxim.) Maxim.	И
Apocynaceae	<i>Vinca herbacea</i> Waldst. et Kit.	И
	<i>V. minor</i> L.	Ч
Araliaceae	<i>Hedera colchica</i> (K. Koch.) K. Koch.	Е
	<i>H. helix</i> L.	Ч
	<i>H. taurica</i> Carr.	Е
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia durior</i> Hill.	Е
Asclepiadaceae	<i>Periploca graeca</i> L.	Е
Bignoniaceae	<i>Campsis grandiflora</i> (Thunb.) K. Schumann	Е
	<i>C. radicans</i> (L.) Seemann	Ч
Cannabaceae	<i>Humulus lupulus</i> L.	Ч
Caprifoliaceae	<i>Lonicera x brownie</i> (Regel) Carr.	Е
	<i>L. caprifolium</i> L.	И
Celastraceae	<i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb.	Е
	<i>C. scandens</i> L.	И
Fabaceae	<i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi	Е
	<i>Wistaria floribunda</i> (Willd.) DC.	Е
	<i>W. frutescens</i> (L.) Poiret	И
	<i>W. sinensis</i> (Sims.) Sweet	Ч
Menispermaceae	<i>Menispermum canadensis</i> L.	Х
	<i>M. dahuricum</i> DC.	Е
Polygonaceae	<i>Fallopia baldschuanica</i> (Regel.) Holub.	Ч
Ranunculaceae	<i>Clematis jackmannii</i> Meore	И

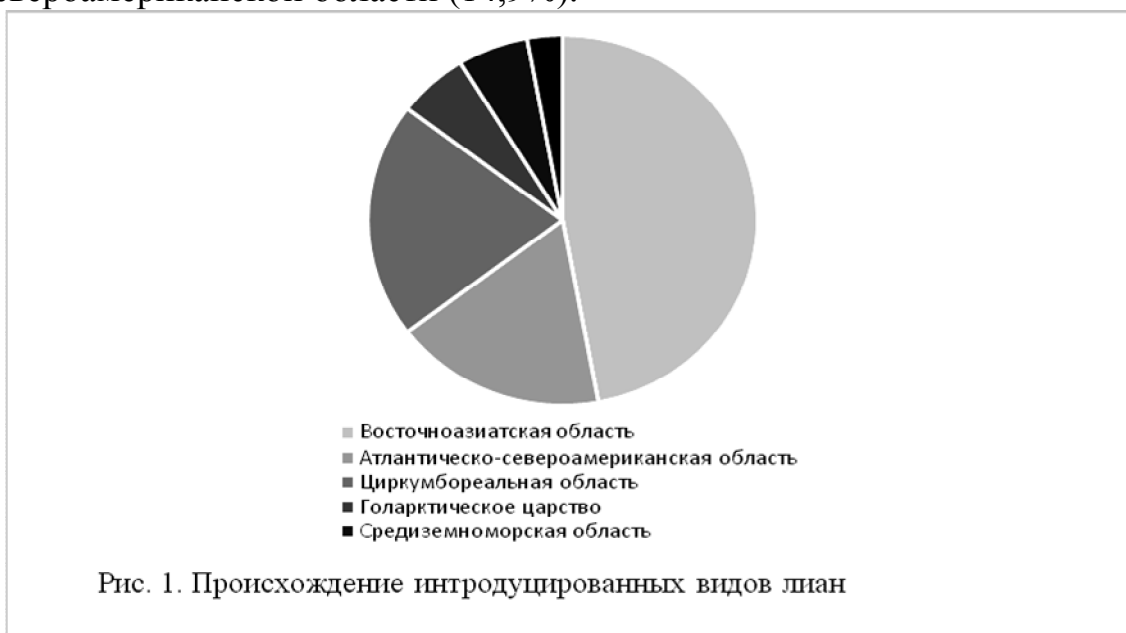


	<i>C. mandschurica</i> Rupr.	Е
	<i>C. montana</i> Buch.-Haw. ex DC.	Е
	<i>C. vitalba</i> L.	Е
	<i>C. viticella</i> L.	И
Rosaceae	<i>Rubus caesius</i> L.	Ч
Schisandraceae	<i>Schisandra chinensis</i> (Turcz.) Baill.	Е
Vitaceae	<i>Ampelopsis aconitifolia</i> Bunge	Е
	<i>A. brevipendulata</i> (Maxim.) Trautv.	Е
	<i>A. japonica</i> (Thunb.) Makino	Е
	<i>Partenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	Ч
	<i>P. tricuspidata</i> (Siebold&Zucc.) Planch.	И
	<i>Vitis amurensis</i> Rupr.	Е
	<i>V. labrusca</i> L.	Е
	<i>V. vinifera</i> L.	М

Примечание: встречается: Е – единично, И – изредка, Ч – часто, М – массово

Как видно из таблицы, лианы представлены 38 видами из 19 родов и 16 семейств. Наибольшее количество видов – 22 встречается в городских посадках единично, 8 – изредка, 7 – часто и только один вид – *Vitis vinifera* – массово.

Анализ происхождения древесно-кустарниковых видов в дендрофлоре Одессы показал (рис. 1), что наибольшее их количество появилось из Восточной Азии (33,8%), Циркумбореальной (16,5%) и Атлантическо-Североамериканской области (14,9%).



Среди лиан наблюдаются следующие закономерности: из Восточной Азии происходит 16 видов (42,1%), из Циркумбореальной области – 7 видов (18,4%) и из Атлантическо-Североамериканской области – 6 видов (15,7%), 2 вида – гибридного происхождения. При этом наибольшее количество выходцев из Восточной Азии связаны с Японско-Корейской и Маньчжурской провинциями, а из Северной Америки – с провинцией Атлантической низменности.

Лианы в насаждениях представлены неравномерно. Наибольшее их количество растет на территориях частных домовладений (86,8%) и ботанического сада (65,7%). Далее идут дворы и внутриквартальное озеленение (44,7%), кладбища (23,6%), парки, улицы, скверы и улицы, санатории (по 21%). Наименьшее количество лиан встречается повсеместно и на свалках и мусорниках (по 7,8%).

Сроки появления различных видов лиан в дендрофлоре города позволяют представить довольно четкую картину (рис. 2).

От основания города известно 4 вида лиан: *Clematis vitalba*, *Humulus lupulus*, *Vinca herbacea*, *Vitis vinifera*. В XIX веке появилось 10 видов, остальные – в XX в., причем 15% всех видов – в последнее его десятилетие [5].

Т.В. Васильева [1], изучая травянистую флору Одессы, обратила внимание на то, что на юге Причерноморья при достаточно сухом климате наблюдается мезофитизация флоры. Лианы прекрасно приживаются в городе, это растения из достаточно влажных местообитаний.

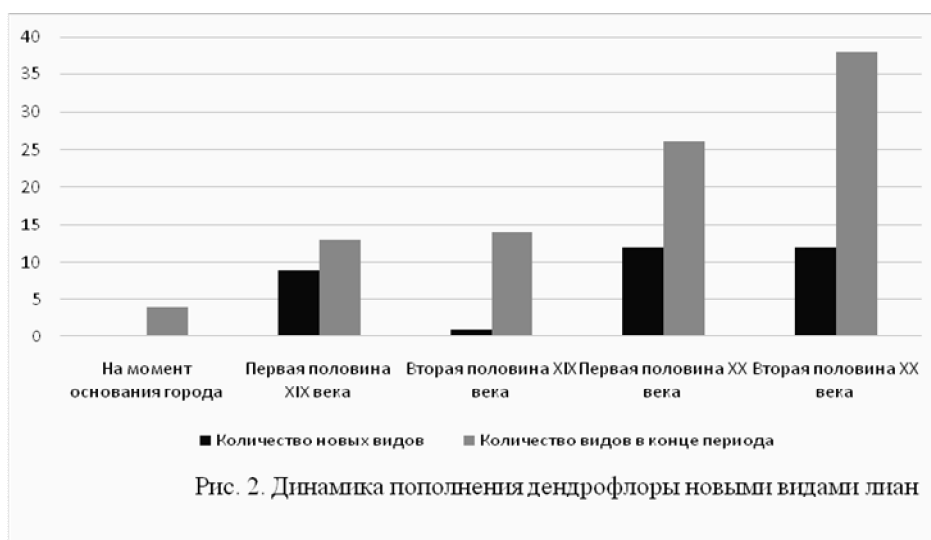


Рис. 2. Динамика пополнения дендрофлоры новыми видами лиан

Таким образом, свидетельством мезофитизации косвенно может служить увеличение видового состава лиан в городе. Мезофитизация флоры, в свою очередь, приводит к улучшению микроклимата и более благоприятному и комфортному проживанию людей в городе.

### Литература

1. Васильева-Немерцалова Т.В. Синантропная флора припортовых городов Северо-Западного Причерноморья и пути её развития: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Т.В. Васильева-Немерцалова. Киев, 1996. 21 с.
2. Дідух Я.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Геоботанічне районування України та суміжних територій / Я.П. Дідух // Укр. ботан. журн. 2003. Т. 60, № 1. С. 6-17.
3. Дубовик О.Н. Флористические, историко-географические районы степной и лесостепной Украины / О.Н. Дубовик, М.В. Клоков, А.Н. Краснова // Ботан. журн. 1975. Т. 60, № 8. С. 1092-1107.

4. Немерцалов В.В. Конспект дендрофлоры Одеси / В.В. Немерцалов. Одеса: Альянс Юг, 2007. 96 с.
5. Немерцалов В.В. Этапы интродукции древесно-кустарниковых растений в дендрофлору Одессы / В.В. Немерцалов, С.Г. Коваленко, Т.В. Васильева // Вестник ВГУ. Сер. География. Геоэкология. 2010. № 2. С. 89-91.
6. Сушинский Б.И. Одесса: история, написанная столетиями: ист. эссе / Б.И. Сушинский. Одесса, 2005. 96 с.

**О.А. Островский, В.В. Натыканец, Н.Н. Яковец,  
А.В. Козулин, О.А. Парейко**

НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам, г. Минск

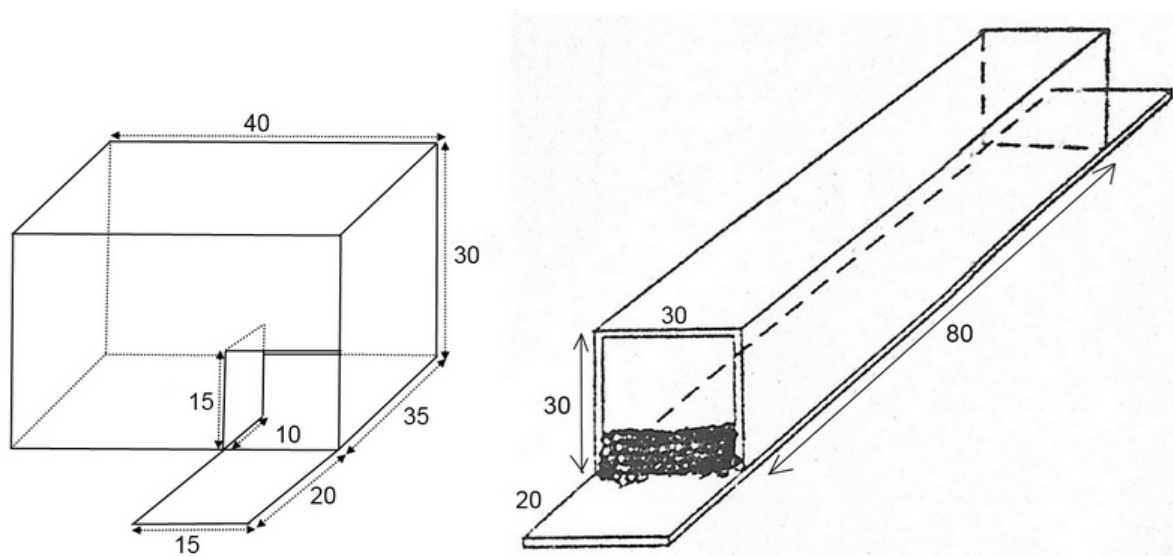
### **ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ГНЕЗДОВИЙ ДЛЯ КРЯКВЫ *ANAS PLATYRHYNCHOS* В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Изучение факторов, определяющих численность уток на водоемах, показало, что плотность большинства видов определяется сочетанием защитных и кормовых условий. На многих водоемах с достаточно богатой кормовой базой численность водоплавающих определяется в основном наличием мест, благоприятных для гнездования. В крупных городах среди водоплавающих птиц доминирующим по численности видом является кряква. Водохранилище Комсомольское (площадь 42 га), созданное в 1940 году на реке Свислочь, является одним из основных мест размножения этого вида в Минске. В 1989–1992 гг. численность гнездящихся крякв на данном водоеме составляла 60-68 пар [1]. К 2008 году численность данного вида снизилась до 25 пар. Этот водоем испытывает максимальную рекреационную нагрузку, поскольку является наиболее популярным местом отдыха горожан в летний период. На водохранилище имеется 7 поросших разреженным мелколиственным лесом островов, доступных для посещения отдыхающим. Наряду с фактором беспокойства на численность гнездящихся крякв оказывает влияние хищничество американской норки *Mustela vison*, каменной куницы *Martes foina* и многочисленных серых ворон *Corvus cornix*. В целях улучшения условий для гнездования кряквы на островах водохранилища Комсомольское в 2007 и 2008 годах были установлены 2 одновходных и 8 двухвходных искусственных гнездовий двух модификаций (рисунок). Данный метод ранее был апробирован в Латвии [2].

Все гнездовья изготовлены из досок и установлены на деревьях различных пород (ольха, береза, ива) на высоте 4-6 метров. Одновходное гнездовье имеет длину 35 см, ширину 40 см, высоту 30 см, входное отверстие 15×15 см, посадочную платформу перед входом длиной 20 см и шириной 15 см. Для того чтобы гнездо не разорялось врановыми птицами, от

входного отверстия внутрь устанавливалась планка длиной 10 см, которая скрывает гнездо.

Конструкция двухвходных гнездовий придерживается идеи дать шанс насиживающей утке сбежать от хищника через второй вход. Двухвходное гнездовье имеет 80 см в длину, входные отверстия – 30×30 см, посадочную платформу перед каждым из двух входов 20 см в длину и 15-20 см в ширину. В качестве подстилки внутри гнездовий насыпались сухие трава и листья. Во избежание выдувания ветром подстилки в двухвходовых гнездовьях на входе крепилась перемычка (проволока), на которую накручивалась сухая трава.



Одно- и двухвходовые искусственные гнездовья для кряквы

В 2008 году кряквой были заняты 6 гнездовий (60%), причем одно из гнездовий заселено дважды за сезон. В 2009 году были заняты 8 гнездовий (80%). При этом успешно занимались как одно-, так и двухвходовые гнездовья. Несмотря на присутствие на островах серой вороны и каменной куницы, следов разорения кладок не выявлено, все выводки вывелись успешно.

Полученный опыт позволяет говорить об эффективности использования специальных искусственных гнездовий для такого вида как кряква в условиях антропогенной нагрузки и нехватки мест для гнездования.

#### Литература

1. Козулин А.В. Особенности размножения урбанизированных крякв *Anas platyrhynchos* / А.В. Козулин // Рус. орнитол. журн. М., 1993. Т. 2. Вып. 3. С. 335-342.
2. Laubergs A. Elevated artificial nest sites for Mallard *Anas platyrhynchos* in Latvia / A. Laubergs, A. Vīksne // Acta Universitatis Latviensis, Biology. 2004. Vol. 676. P. 107-118.

## ГЕРПЕТОБИОНТНЫЕ ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ ГОРОДСКИХ ЛЕСОВ БИЙСКА

Жесткокрылые являются одной из самых востребованных в различных экологических исследованиях групп животных. Широкое распространение и многочисленность отдельных видов, способность адекватно реагировать на изменения окружающих условий определяют возможность их использования для биоиндикационных методов оценки состояния среды, мониторинговых исследований.

В 2012–2014 гг. нами изучался комплекс герпетобионтных видов жесткокрылых второго по величине промышленного города Алтайского края – Бийска, сохранившего в пределах городской черты лесные участки, характерные для лесостепной зоны региона. Были обследованы различные участки городских лесов естественного происхождения – зрелый бор со слабо выраженным подлеском и разреженным травяным ярусом и смешанный лес (6Б4С; 8Б2С) с хорошо развитым подлеском и травяным ярусом. Помимо состава древесных пород, территории отличались степенью антропогенного влияния – от слабой (рекреационная нагрузка) до сильной (промзона, постройки). Жесткокрылые собирались с помощью почвенных ловушек, как пустых, так и с использованием приманок (мясо, рыба). Герпетобионтные Coleoptera в сборах были представлены 96 видами из одиннадцати семейств: Carabidae, Silphidae, Staphylinidae, Histeridae, Dermestidae, Nitidulidae, Trogidae, Cholevinae, Scarabaeidae, Elateridae, Hydrophilidae. Таксономический состав их представлен в таблице.

Сравнительный анализ комплексов лесных герпетобионтных жесткокрылых показал, что на их состав и структуру доминирования большое влияние оказывает характер растительности. Наиболее богат в видовом отношении герпетобий обследованных участков сосновых лесов с минимальной антропогенной нарушенностью территории, где присутствуют небольшие несанкционированные свалки и незначительные проявления рекреационного использования (сбор грибов, ягод, тропы). Изученные участки смешанного леса со следами сильного антропогенного воздействия (дороги, гаражи, свалки бытового мусора) в видовом отношении оказались менее представительными, однако численность некоторых видов (*Silpha carinata* Hbst., *Saprinus semistriatus* Scriba, *Creophilus maxillosus* F., *Ontholestes murinus* L. и др.) здесь была выше, чем в сосновом лесу.

Численно в сборах доминировали Carabidae, ядро группировки которых составили *Carabus regalis* F.-M., *Poecilus fortipes* Chaud., *Poecilus*

*sericeus* Fisch., *P. versicolor* Sturm. Эти виды составили 96,39% от численности всех собранных карабид.

Таксономический состав герпетобионтных жесткокрылых лесов г. Бийска

Семейства	Кол-во родов	Кол-во видов
Carabidae	7	12
Silphidae	6	17
Staphylinidae	18	36
Histeridae	3	16
Dermestidae	1	2
Nitidulidae	1	2
Trogidae	1	1
Cholevinae	1	1
Scarabaeidae	3	4
Elateridae	1	1
Hydrophylidae	4	4

Изучение сезонной динамики численности четырех указанных выше видов показало, что в разных биотопах характер этих изменений несколько отличается. В смешанном лесу пик их численности приходится на первую половину июня, далее следует спад и в начале третьей декады августа отлавливались лишь единичные особи *Poecilus fortipes* и *Poecilus* sp. Нарастание численности в сосновом лесу начинается чуть позже – с конца июня и достигает максимума в конце июля – начале августа, после чего численность жуужелиц резко падает и далее отдельные особи *Carabus regalis*, *Poecilus sericeus* встречаются до начала сентября, а *Poecilus fortipes* – до конца второй декады сентября.

Scarabaeidae в обоих типах леса были представлены почти исключительно *Anoplotrupes stercorosus* Sribae, численность которых в отдельных пробах доходила до 130 особей на 15 ловушек за неделю учета. Третью группу по числу особей составили Silphidae, которые в сборах были представлены *Silpha carinata* Hbst. и *S. obscura* L., широко распространенными во всех обследованных биотопах и попадавших в ловушки, как с приманкой, так и без, а также *Oiceoptoma thoracicum* L., *Nicrophorus vespillo* L. и *N. vespilloides* Herbst. и др., которые почти исключительно отлавливались в ловушки с приманкой.

Histeridae также присутствовали только в ловушках с приманкой как в сосновом, так и в смешанном лесу. Здесь по числу особей доминировали *Saprinus semistriatus* Scriba, *S. aeneus* F., *Hister unicolor* L., *Margarinotus striola* Sahlb.

Staphylinidae, хотя и доминировали в видовом отношении, численно уступали представителям вышеописанных семейств и были представлены подстилочными видами *Philonthus*, *Staphylinus*, *Quedius*, *Tachinus* и др. В сосновом и смешанном лесу доминантом среди стафилинид был

*Staphylinus erythropterus* L. (76% от всех стафилинид); субдоминантами *Ph. decorus* Grav. (в сосновом) и *Ph. politus* L. (в смешанном). В ловушках с приманкой кроме типичных стратобионтов, попадались некрофильные *Creophilus maxilosus* F., *Ontholestes murinus* L., *Aleochara curtula* Goeze, *A. bipustulata* L., *A. intricata* Mnnh..

На долю остальных семейств жесткокрылых пришлось лишь 1,94%, они были представлены единичными особями.

**И.Н. Семенова, Г.Ш. Кужина, Г.Ш. Сингизова, Р.С. Буранбаева**

Сибайский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Башкирский  
государственный университет»

### **АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РАСТЕНИЯХ В ОКРЕСТНОСТЯХ ВОСТОЧНО-СЕМЕНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТО-МЕДНО-ЦИНКОВЫХ РУД (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)**

Территория Зауральской зоны Республики Башкортостан привлекает внимание исследователей, поскольку здесь расположены многочисленные месторождения полиметаллических руд и одновременно регион является производителем сельскохозяйственной продукции. Тесное соседство сельского хозяйства и горнорудной промышленности приводит к ряду экологических проблем, одной из которых является загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами (ТМ). Негативные последствия выбросов горнодобывающего предприятия, ведущие к накоплению ТМ в растениях, могут проявиться с течением времени. В связи с этим важны результаты многолетних наблюдений за состоянием произрастающих в данной местности растений. Важным вопросом является изучение особенностей поступления ТМ в растения, устойчивости растений к загрязнению ТМ и выявление видов растений, способных к повышенной аккумуляции ТМ в своих органах.

Целью работы являлось изучение накопления и распределения Cd, Zn, Cu в растениях тысячелистника обыкновенного в зоне влияния карьера Восточно-Семеновского месторождения золото-медно-цинковых руд.

В качестве объектов исследования были использованы почвы (за-лежь) и растения территории, прилегающей к карьере. Мониторинговые площадки были заложены в 2013 году на разном расстоянии (от 20 до 3000 м) от карьера. Почвы прилегающей к карьере территории представлены черноземом обыкновенным. Отбор образцов растений проводился в течение 2013–2014 гг. во второй декаде июня в период массового цветения [1]. Одновременно с растениями отбирались и почвенные образцы [2]. Общее содержание ТМ в почве определялось атомно-абсорбционным методом

(ААС). Минерализацию проб растений проводили методом сухого озоления по ГОСТ 26657-85 с последующим определением на ААС [3].

Как видно из таблицы, изученные металлы по среднему содержанию в почвах и растениях тысячелистника обыкновенного образуют убывающий ряд:  $Zn > Cu > Cd$ . Содержание Cu на всех изученных пробных площадках не превышало допустимой нормы или в случае почвы незначительно превышало. В то же время концентрация Zn и Cd была выше МДУ в большинстве образцов. Содержание Cu и Zn было выше в корнях по сравнению с соцветиями, что может свидетельствовать о барьерной функции корней. В то же время содержание Cd было достаточно высоким и в соцветиях, что указывает на высокий уровень аккумуляции данного элемента тысячелистником обыкновенным.

Содержание ТМ в почвах, корнях и соцветиях *Achillea millefollium* на территории, прилегающей к карьору (среднее за 2013–2014 гг.)

Расстояние от карьера	Концентрация, мг/кг					
	Почва			Корни /Соцветия		
	Cu	Zn	Cd	Cu	Zn	Cd
20	49,3	133,7	1,4	14,5/11,1	31,1/44,3	1,2/1,5
50	56,0	125,3	1,2	14,3/9,4	72,9/61,1	1,7/1,5
100	45,5	72,4	1,8	15,6/13,4	75,8/69,7	1,9/1,4
500	55,8	79,1	1,1	19,7/7,7	67,4/50,0	1,5/2,0
3000	45,9	50,7	1,4	12,5/16,2	61,5/34,8	1,3/1,2
ПДК [4]	55	100	0,5	10*	50*	0,3*

\*МДУ для кормовых трав [5]

Таким образом, в зоне влияния карьера Восточно-Семеновского месторождения золото-медно-цинковых руд установлено загрязнение тысячелистника обыкновенного кадмием.

### Литература

1. ГОСТ 27262-87. Корма растительного происхождения. Методы отбора проб.
2. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.
3. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных и продукции растениеводства. М.: ЦИНАО, 1992. 61 с.
4. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. М., 2006.
5. Временные максимально допустимые уровни (МДУ) некоторых химических элементов и госсипола в кормах сельскохозяйственных животных: утв. Главным Управлением Ветеринарии министерства сельского хозяйства РВ, 1991.



**РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
СНЕГОВОГО ПОКРОВА ТЕРРИТОРИИ Г. САРАТОВА  
ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

Снеговой покров является идеальной депонирующей средой для загрязнителей, распространяющихся воздушным путем. Их накопление в снеговом покрове обычно достаточно тесно связано с уровнем загрязнения приземного слоя атмосферы и является достаточно надежным индикатором последнего.

Снеговые геохимические съемки на территории города Саратова проводятся ежегодно в конце зимы студентами геологического и географического факультетов СГУ с целью определения уровня техногенной концентрации химических элементов в снеговом покрове города. Снегомерная съёмка и отбор проб велись в соответствии с нормативными документами.

С учётом результатов многолетних снегомерных съёмок в мониторинговую сеть базовых площадок были включены четыре полигона исследования:

Полигон № 1 расположен в северной части Заводского района. Общая площадь полигона 11,5 км<sup>2</sup>, его контуры вытянуты вдоль берега Волгоградского водохранилища. На полигоне было заложено 16 площадок.

Полигон № 2 площадью 13 км<sup>2</sup> расположен в Кировском и Фрунзенском районах с захватом части Волжского; количество площадок исследования – 11.

Полигон № 3 площадью 14 км<sup>2</sup> расположен в северной части Ленинского района города; количество площадок – 5.

Полигон № 4 площадью 3 км<sup>2</sup> расположен в средней части склона Лысогорского плато; на данном полигоне была заложена 1 площадка.

На фоновых полигонах близ с. Усть-Курдюм и с. Сабуровка, расположенных к северу от г. Саратова, были заложены 5 площадок.

По каждому элементу в точках опробования рассчитываются коэффициенты концентрации загрязняющих веществ. Для выявления суммированного загрязнения снежного покрова химическими элементами в каждой точке производится расчет величины суммарного показателя загрязнения, представляющего суммированные превышения наблюдаемых концентраций элементов над их фоновым содержанием.

Ретроспективный анализ уровня загрязнения снежного покрова территории г. Саратова тяжелыми металлами за 20 лет позволяет сделать следующие выводы:

1. Существенное снижение концентрации растворимых форм тяжелых металлов в снеговом покрове на всех полигонах исследования; концентрация растворимых форм тяжелых металлов в 2013 году на полигонах 1, 2, 3 не превышала уровня загрязнения на фоновых площадках.

2. Снижение уровня загрязнения нерастворимыми формами тяжелых металлов намного слабее, чем растворимыми формами. Так, содержание цинка в составе пылеватых частиц на территории города значительно превышает его концентрации в фоновой пробе. По концентрации цинка в нерастворимом остатке лидирует первый полигон опробования. Концентрация цинка в нерастворимом остатке варьирует в пределах от 100 до 4000 мг/кг (площадки 9-14, 17-22, расположенные на территории полигона № 1), а максимальные значения выявлены на площадках 10, 11, 14, сосредоточенных вблизи бывшего авиационного завода. Велика концентрация цинка в нерастворимом остатке и за пределами полигона № 1. Так, площадки 26, 27, 30, расположенные на Набережной Космонавтов, характеризуются значениями 2500-4000 мг/кг. В целом для всего полигона № 2, кроме площадок 62 и 66, характерна концентрация цинка 100-1000 мг/кг, а на площадке 59 она принимает максимальные значения. Коэффициент опасности цинка в нерастворимом остатке имеет критические значения ( $>10$ ) не только в пределах первого полигона, но и в центральной части города, преимущественно на склоне Соколовой горы и Лысогорского плато, обращенных к Северной субкотловине Саратова.

3. Плотность техногенных выпадений как для нерастворимых, так и для растворимых форм тяжелых металлов в центральной части города выше, чем в промышленных зонах. Это свидетельствует о динамичных процессах перераспределения загрязняющих веществ в атмосфере от промышленных районов в центральные. В наиболее опасном положении оказались Фрунзенский и Октябрьский районы, а также часть Кировского района, расположенные в наименее проветриваемой и плотно застроенной Северной субкотловине.

4. Пространственный рисунок зон повышенной концентрации тяжелых металлов за 20 лет исследований практически не изменился, что говорит о сохранении антропогенных источников загрязнения.

5. Снижение уровня концентрации тяжелых металлов в снеговом покрове, несомненно, связано со снижением производственных мощностей и диверсификацией производств.

**А.О. Филиппчев**

Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

## **ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КАМЕННОЙ КУНИЦЫ (*Martes foina*) НА ТЕРРИТОРИИ Г. САРАТОВА**

Каменная куница *Martes foina* (Erxleben, 1777) – один из самых экологически пластичных видов семейства Mustelidae, успешно адаптирующийся к антропогенному воздействию. Заселение хищником новых территорий происходило в основном по лесополосам, полосам отчуждения же-

лезных дорог и населенным пунктам [1-6]. В настоящее время каменная куница заселила многие города севера Нижнего Поволжья, при этом численность вида в урбанизированном ландшафте нередко бывает заметно выше, чем в естественных местообитаниях [5, 7-9]. Целью настоящей работы было изучение пространственного распространения каменной куницы на территории г. Саратова.

Район исследований включал территорию г. Саратова, расположенного на правом берегу Волгоградского водохранилища р. Волги. Суммарная площадь обследованной территории составила около 400 км<sup>2</sup>. Она попадала в квадраты 38UNC4 и 38UNB3 проекции Меркатора (UTM) площадью 50×50 км [10]. В связи с небольшой площадью местообитаний изученного вида квадраты 38UNC4 и 38UNB3 разбивались на более мелкие модельные участки площадью 1×1 км [3, 12].

Зимние маршрутные учеты каменной куницы проводились в 1999–2014 гг. по стандартной методике с частичной экстраполяцией результатов на схожие квадраты [11]. Во время тропления фиксировалось присутствие хищника в учетных квадратах, при обработке материала брался средний показатель за 15 лет. Привязка к местности зимних участков куницы осуществлялась с помощью навигатора GPS. Создание и обработка карт проходили в среде MapInfo 8.5.

Территория города представляет собой довольно разнородную среду, большая часть которой (230 км<sup>2</sup>) непригодна для обитания хищника. Каменная куница полностью избегала больших открытых пространств, очень редко заходила в районы с малым количеством древесно-кустарниковых насаждений. Отсутствовал хищник и в кварталах новостроек и возле крупных промышленных комплексов.

Минимальная плотность (0.1-0.5 особей/км<sup>2</sup>) каменной куницы отмечена в лесополосах, сельскохозяйственных угодьях и дачных поселках. Хищник заходил сюда во время сезонных кочевок и пребывал непродолжительное время. Низкая численность вида отмечена и на территории волжских островов (Дубовая грива и Шумейские), где постоянно обитает близкий вид – куница лесная (*Martes martes*). После значительного сокращения площади зеленых насаждений в полосе отчуждения железной дороги численность каменной куницы в этом местообитании заметно снизилась. Если в 2000–2005 гг. плотность вида в данном биотопе составляла 1.2-1.6 особей/км<sup>2</sup>, то в последние годы упала до 0.3–0.5 особей/км<sup>2</sup>.

Средняя плотность (0.5-1 особей/км<sup>2</sup>) хищника характерна для центральной части лесопарка «Кумысная поляна», городских парков, кладбищ, пустырей, дачных массивов, гаражей, по берегам городских водоемов в зарослях рогоза, тростника или кустов ивы. Убежища устраивала в разрушенных строениях человека – старых дачах, нежилых летних домиках пионерских лагерей, сараях. Примерно половина этих квадратов также использовалась хищником только в определенные сезоны года.

Максимальная плотность ( $> 1$  особь/км<sup>2</sup>) каменной куницы за все годы наблюдений отмечалась на границе лесопарка «Кумысная поляна». При этом хищник активно посещал близлежащие городские улицы. Неоднократно каменную куницу наблюдали возле университетской библиотеки, во дворах домов по ул. Московской, у здания аэровокзала, на территории 3-й городской клинической больницы. Вторым по значимости типом угодий являлись чередующиеся старые кварталы одно- и многоэтажной застройки. На чердаках многоэтажных домов каменная куница устраивала постоянные убежища, а в садах частного сектора добывала себе пищу.

## Литература

1. Млекопитающие Советского Союза. Т. 2. Ч. 1 / В.Г. Гептнер, Н.П. Наумов, П.Б. Юргенсон, А.А. Слудский, А.Ф. Чиркова, А.Г. Банников. М.: Высш. шк., 1967. 1002 с.
2. Рябов Л.С. Каменная куница и выдра в Воронежской области / Л.С. Рябов, М.С. Соколов // Охота и охотничье хоз-во. 1988. №11. С. 18-21.
3. Сидорович, В.Е. Куньи в Беларуси. Эволюция, биология, демография и биоценотические связи / В.Е. Сидорович Минск: Золотой Улей, 1997. 279 с.
4. Ильин В.Ю. Новые данные по распространению млекопитающих в Поволжье и Волго-Уральском междуречье / В.Ю. Ильин, О.А. Ермаков, С.Б. Лукьянов // Бюл. МОИП. Отд. биол., 1996. Т. 101. Вып. 2. С. 30-37.
5. Филиппчев А.О. Эколого-фаунистическая характеристика хищных млекопитающих семейства Куны (Carnivora, Mustelidae) севера Нижнего Поволжья: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.О. Филиппчев. Саратов, 2006. 18 с.
6. Abramov, A.V. Distribution of the stone marten *Martes foina* (Carnivora, Mustelidae) in the European part of Russia / A.V. Abramov, S.V. Krusko, A.A. Lisovsky // Russian Journal of Theriology. 2006. 5 (1). P. 35-39.
7. Захаров К.С. Особенности экологии каменной куницы (*Martes foina* Erxl. 1777) на территории ЛПХ «Кумысная поляна» в окрестностях г. Саратова / К.С. Захаров, А.О. Филиппчев // Исследования молодых учёных и студентов в биологии: сб. науч. тр. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2006. Вып. 4. С. 21-24.
8. Захаров К.С. Особенности пространственной структуры индивидуального участка каменной куницы (*Martes foina* Erxleben, 1777) на территории г. Саратова / К.С. Захаров, А.О. Филиппчев // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения: сб. науч. статей. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2006. Вып. 9. С. 77-81.
9. Беляченко А.В. Экология каменной куницы – *Martes foina* (Carnivora, Mustelidae) на севере Нижнего Поволжья / А.В. Беляченко, К.С. Захаров, А.О. Филиппчев // Поволжский экол. журн. 2010. № 1. С. 3-13.
10. Hagemeijer, W.J.M. The EBCC Atlas of European Breeding Birds: Their distribution and abundance / W.J.M. Hagemeijer, M. J. Blair // T & A Poyser, London, 1997.
11. Мельников Е.Ю. Пространственное распределение видового разнообразия дятлообразных в урбанизированном ландшафте / Е.Ю. Мельников, А.В. Беляченко, А.А. Беляченко // Любимцевские чтения – 2014. Современные проблемы эволюции и экологии. сб. материалов Междунар. конф. Ульяновск: Изд-во УлГПУ, 2014. С. 374-380.
12. Новиков Г.А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных / Г.А. Новиков. М.: Изд-во. АН СССР, 1953. 499 с.

Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

## ПИТАНИЕ ОБЫКНОВЕННОЙ ЛИСИЦЫ (*VULPES VULPES*) НА ТЕРРИТОРИИ ДАЧНЫХ МАССИВОВ Г. САРАТОВА

Обыкновенная лисица – широко распространенный хищник, населяющий большую часть Европы. Его биология довольно хорошо изучена, имеются многочисленные публикации по питанию данного вида [1-7]. Большая часть исследований проведена в экосистемах со слабой степенью антропогенной трансформации либо представляет собой объединенные данные, полученные на большой территории. Значительно меньше и явно недостаточно изучено питание данного хищника на урбанизированных территориях [1, 5, 8]. Целью данной работы было изучение питания обыкновенной лисицы на территории дачных массивов г. Саратова.

Материал собран в 2011–2012 гг. на территории дачных массивов в окрестностях г. Саратова. Всего было собрано 143 экскремента обыкновенной лисицы. Обработка проводилась по стандартным методикам. Состав кормов хищника выражался двумя способами: относительный процент встречаемости (RFO), и процент потребляемой биомассы (BIO). Для расчета первого значения число встреч данного типа корма умножалось на 100, а затем делилось на общее количество встреч всех типов кормов. Биомасса реставрировалась с помощью коэффициентов перевариваемости [9, 10].

Все виды кормов, используемых обыкновенной лисицей, были разделены на 8 категорий (таблица).

Состав кормов обыкновенной лисицы на территории дачных массивов:  
процент встречаемости (RFO %) и процент потребляемой биомассы (BIO %)

Вид корма	RFO (%) (n=143)	BIO (%) (n=143)
Растительные корма	24.2	7.0
Насекомые	13.4	2.0
Амфибии	3.1	2.7
Рептилии	2.4	3.1
Птицы и их яйца	15.1	14.3
Млекопитающие	30.2	48.1
Падаль	5.6	12.4
Пищевые остатки	6.0	10.4

Основу рациона обыкновенной лисицы на территории дачных массивов составляли мышевидные грызуны, среди них чаще всего – рыжая и серая полевки, домовая и малая лесная мышь [8]. Вклад этих видов в питание хищника практически одинаков на протяжении всего года (ранговый дисперсионный анализ Краскела-Уоллиса  $H=0.8$ ,  $p>0.05$ ). Из других млекопитающих в экскрементах лисицы отмечены ласка, горноста́й, обыкновенная белка, белогрудый еж и землеройки.

Доля птиц в рационе составляла 14.3% биомассы – это второй по значимости компонент питания. Добывала лисица в основном мелких воробьиных птиц, в осеннее время в экскрементах были найдены остатки серой куропатки и обыкновенного перепела. Важным компонентом питания лисицы являлась падаль (12.4% ВЮ). Останки крупного рогатого скота и домашней птицы она собирала на свалках вблизи населенных пунктов. В зимний период года падаль и прочие пищевые остатки (10.4% ВЮ), добываемые на свалках, являлись основной пищей хищника (ранговый дисперсионный анализ Краскела-Уоллиса  $H=12.6$ ,  $p<0.05$ ).

Растительные корма, хотя и встречались в рационе хищника часто, имели низкий показатель биомассы. Чаще всего лисица поедала ягоды и фрукты в летнее и осеннее время, но если доступ к данному пищевому ресурсу сохранялся в снежный период, встречались растительные остатки и в зимнем питании. Амфибии (зеленая жаба) и рептилии (прыткая ящерица) отмечены в экскрементах хищника только в теплое время года, поэтому их общая доля сравнительно невысока – 2.7% ВЮ и 3.1% ВЮ, соответственно. Также летом и осенью лисица добывала крупных жуков и прямокрылых.

### Литература

1. Млекопитающие Советского Союза. Т. 2. Ч. 1 / В.Г. Гептнер, Н.П. Наумов, П.Б. Юргенсон, А.А. Слудский, А.Ф. Чиркова, А.Г. Банников. М.: Высш. шк., 1967. 1002 с.
2. Вайсфельд М.А. Красная лисица / М.А. Вайсфельд // Песец, лисица, енотовидная собака. М.: Наука, 1985. С. 73–115.
3. Blanco, J.C. On the diet, size and use of home range and activity patterns of a red fox in central Spain / J.C. Blanco // Acta Theriologica. 1986. V. 31. № 27-41. P. 547-552.
4. Goszczynski, J. Predation of foxes on a hare population in central Poland / J. Goszczynski, M. Wasilewski // Acta Theriologica. 1992. V. 37. №4. P. 329-338.
5. Jedrzejewska, B. Predation in vertebrate communities: the Białowieża Primeval Forest as a case study. Ecological Studies vol. 135 / B. Jedrzejewska, W. Jedrzejewski, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, and New York, 1998. 450 pp.
6. Habitat use and diet of the red fox *Vulpes vulpes* in an agricultural landscape in Poland / B. Goldyn, M. Hromada, A. Surmacki, P. Tryjanowski // Zeitschrift fuer Jagdwissenschaft. 2003. V. 49. №3. P. 191-200.
7. Sidorovich, V.E. Variations in the diet and population density of the red fox *Vulpes vulpes* in the mixed woodlands of northern Belarus / V.E. Sidorovich, A.A. Sidorovich, I.V. Izotova // Mammalian Biology. 2006. V. 71. №2. P. 74-89.
8. Млекопитающие севера Нижнего Поволжья: в 3 кн. Кн. I. Состав териофауны / Г.В. Шляхтин, В.Ю. Ильин, М.Л. Опарин, А.В. Беляченко, Н.В. Быстракова, О.А. Ермаков, Е.В. Завьялов, К.С. Захаров, Э.И. Кайбелева, В.А. Кошкин, Н.М. Курмаева, С.Б. Лукьянов, Е.Ю. Мосолова, О.С. Опарина, С.Н. Семихатова, Д.Г. Смирнов, К.С. Сонин, В.Г. Табачишин, В.С. Титов, А.О. Филиппчев, С.О. Хучраев, Н.Н. Якушев. Саратов: Изд-во СГУ, 2009. 248 с.
9. Goszczynski, J. Diet composition of badgers (*Meles meles*) in a pristine forest and rural habitats of Poland compared to other European populations / J. Goszczynski, B. Jedrzejewska, W. Jedrzejewski // J. Zool (London). 2001. Vol. 250. P. 495-505.
10. Lockie, J. The food of the pine marten *Martes martes* in West Ross Shire, Scotland / J. Lockie // Proc. zool. Soc. Lond. 1961. Vol. 136. P. 187-195.

**ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА АКТИВНОСТЬ  
ИНВЕРТАЗЫ В ЛИСТЬЯХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ  
(НА ПРИМЕРЕ Г. САРАТОВА)**

В последнее время в городах все более актуальными становятся вопросы, связанные с ростом, развитием и функционированием зеленых насаждений в условиях негативного воздействия. Особо ценную информацию о качестве городской среды, об ее сезонной и годовой динамике дают древесные растения. Они широко используются в озеленительных зонах вокруг промышленных объектов, вдоль автомагистралей, то есть в тех местах, где опасность антропогенного загрязнения особенно велика. На таких территориях деревья в течение всей своей жизни вынуждены противостоять неблагоприятным факторам городской среды.

В ответ на различные негативные воздействия в растениях происходит усиление гидролиза углеводов, являющихся основными участниками многих важных физиологических процессов, и накопление в результате низкомолекулярных растворимых сахаров, что играет важную роль в формировании устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды [1].

Основной транспортной формой сахаров у большинства растений служит сахароза, которая вместе с продуктами своего распада рассматривается в качестве сигнальных и регуляторных молекул, принимающих участие в процессах развития растений. Вместе с тем реакции растений на негативное воздействие окружающей среды связаны с изменениями в основных метаболических процессах, в частности в углеводном обмене. Важную роль в метаболизме углеводов играет гидролитический фермент – инвертаза (ЕС 3.2.1.26), которая необратимо гидролизует сахарозу с последующим включением моносахаров в гликолиз и дыхательный метаболизм [2].

В растениях существует несколько форм инвертазы, отличающихся оптимумом pH и локализацией в клетке: инвертазы, связанные с клеточной стенкой и расщепляющие сахарозу в апопласте (апопластические кислые инвертазы); растворимые кислые инвертазы, локализованные в вакуолях (вакуолярные инвертазы); цитоплазматические растворимые нейтральные инвертазы. Принято считать, что активность именно кислых инвертаз в значительной степени регулируется стрессовыми факторами среды [3].

Цель работы заключалась в определении активности инвертазы в листьях древесных растений в условиях городской среды.

В качестве объекта исследования были выбраны деревья вида *Populus pyramidalis*, произрастающие в различных по степени техногенной нагрузке районах г. Саратова. Районы исследований определялись по ре-

зультатам химического анализа атмосферного воздуха в соответствии с «Докладами о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области» [4] и располагались в местах оживленного транспортного движения, вблизи крупных промышленных предприятий (на территориях санитарно-защитных зон) и в местах массового отдыха горожан. В качестве фонового участка использовался район села Усовка Воскресенского района, находящийся в 50 км от г. Саратова в северном направлении.

В качестве материала исследования использовались листья тополей, которые отбирались по окружности кроны деревьев на высоте 1,5 м. Сбор листьев проводился в одно и то же время суток (в период от 11.00 до 14.00) в ясную погоду в сентябре 2014 года. Выборку листьев каждого изучаемого вида делали с 10 близко расположенных деревьев на площади 10×10 м или на аллее длиной 30-40 м. Всего собиралось не менее 25 листьев среднего размера с одного растения.

В листьях определялась активность кислой инвертазы йодометрическим методом. Активность инвертазы выражали в мкмоль инвертного сахара, образовавшегося в течение 1 ч на 1 г исследуемого вещества [5]. Достоверность полученных результатов определяли по критерию Стьюдента.

В высших растениях инвертаза является основным ферментом углеводного метаболизма и относится к числу важнейших ферментов, участвующих в различных защитных реакциях в условиях стрессов. В норме активность сахаразы в растительных организмах невелика, но при негативном воздействии абиотических и абиотических факторов среды она способна резко повышаться, тем самым обеспечивая растению устойчивость [3]. Однако есть сведения о том, что инвертаза угнетается ионами тяжелых металлов [5].

Для *P. pyramidalis*, произрастающих на территории г. Саратова, характерна низкая активность фермента по сравнению с фоновой территорией (103 мкмоль инвертного сахара/(г ткани×ч)). Наиболее близкими к фоновым значениями обладали тополя, произрастающие в рекреационных зонах города. В районах городских автомагистралей и на территориях санитарно-защитных зон предприятий среднее значение активности инвертазы в листьях деревьев ниже фоновых значений в 2 и 4 раза соответственно. Наименьшей активностью фермента обладали растения, произрастающие на территории санитарно-защитной зоны ООО «Саратовтехстекло» (13 мкмоль инвертного сахара/(г ткани×ч)) и ОАО «Крекинг» (11,4 мкмоль инвертного сахара/(г ткани×ч)). Следовательно, в районах промышленных предприятий и автомагистралей города активность фермента ингибируется, что неизбежно сказывается на углеводном обмене растений. Гидролиз сахарозы замедляется, в результате чего в меньшей степени образуются моносахара, и снижается устойчивость растений к неблагоприятным факторам городской среды. Как известно, угнетение инвертазы происходит в основном ионами тяжелых металлов.



Для территории г. Саратова характерно четыре участка повышенного загрязнения тяжелыми металлами, причем максимальные концентрации металлов в этих зонах соответствуют территориям промышленных предприятий [6]. В северной зоне располагаются жилые кварталы и наиболее загруженные автотранспортом городские улицы. Максимум загрязнения тяжелыми металлами в данной зоне приходится на территорию ЗАО «Электроисточник». Центральная зона (юго-западная) характеризуется скоплением большого количества предприятий на относительно небольшой территории. Здесь располагаются предприятия машиностроительного комплекса, ОАО «Саратовский нефтеперерабатывающий завод». Северо-западная зона имеет максимум повышенных концентраций тяжелых металлов в пределах ООО «Саратовтехстекло». Южная зона связана с такими предприятиями, как ОАО «Крекинг» и ОАО «Саратоворгсинтез» [6]. Данное явление подтверждает тот факт, что значительное снижение активности инвертазы отмечается у деревьев, произрастающих на территориях санитарно-защитных зон предприятий, и обусловлено, прежде всего, действием тяжелых металлов.

Таким образом, в работе показано, что активность инвертазы в листьях *P. pyramidalis* существенно зависит от степени техногенной нагрузки городской среды. В рекреационных зонах ее значение практически соответствует фоновым. В зонах городских автомагистралей и санитарно-защитных зон предприятий отмечается ингибирование фермента, причем в большей степени на территориях с повышенными концентрациями тяжелых металлов.

## Литература

1. Сабельникова Е.П. Роль углеводного метаболизма в устойчивости растений к гипотермии на примере картофеля, трансформированного геном дрожжевой инвертазы: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.12 / Е.П. Сабельникова. М., 2007. 28 с.
2. Тищенко Е.Н. Активность инвертазы растений кукурузы, инфицированных *in planta* штаммом *Agrobacterium tumefaciens* GV2260, содержащим плазмиду *pCB002* / Е.Н. Тищенко и др. // Физиология и биохимия культурных растений. 2011. Т. 43, № 5. С. 384–391.
3. Слугина М.А. Вариабельность фрагмента гена кислой вакуолярной инвертазы *Pain-1* у сортов картофеля / М.А. Слугина, Е.З. Кочиева // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18, № 4/1. С. 718–723.
4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2013 году». Саратов, 2014. 242 с.
5. Починок Х.Н., Методы биохимического анализа растений / Х.Н. Починок. Киев: Наукова думка, 1976. 336 с.
6. Экологические опасности Саратовского Поволжья. Интерактивный атлас Саратова и области / под ред. А.В. Иванова, И.А. Яшкова. М.: Изд-во ООО «МАКС-Пресс», 2007.

**ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОГО НАКОПЛЕНИЯ МЕДИ  
В СИСТЕМЕ «ПОЧВА – РАСТЕНИЕ»  
НА ПРИМЕРЕ УКРОПА ОГОРОДНОГО**

Изучение распределения меди в почвах и укропе обыкновенном в условиях коллективных садов г. Магнитогорска является актуальной.

Коллективный сад «Дмитровский» (точка 1) расположен на расстоянии 900 метров от Магнитогорского металлургического комбината. Почвы изучаемого объекта представлены черноземом обыкновенным с содержанием гумуса 4-6%.

Сад «Березовая роща» (точка 2) находится в 4 км от цементного завода на северной стороне города. Почвы представлены черноземом обыкновенным с содержанием гумуса 4-6%.

Коллективный сад поселка «Коммунальный» (точка 3) расположен в юго-восточной части г. Магнитогорска на расстоянии 2,5 км от комбината.

Сад «Илембетово» (точка 4) находится в 56 км от города на северо-западной части. Почвы представлены черноземом обыкновенным с содержанием гумуса 6-8%.

В почвенном покрове всех исследуемых садовых участков доминируют черноземные почвы тяжелого гранулометрического состава, в значительной мере преобразованные в ходе хозяйственной деятельности самими садоводами.

Гумусный слой в почве в условиях г. Магнитогорска находится в пределах 4-8%, который способствует снижению подвижности металлов в почве и поступлению ее в растения.

Содержание подвижных форм меди в почвах исследуемой территории колеблется в широких пределах от 25,05 до 54,57 мг/кг. Среднее содержание элемента в почве составляет 37,44 мг/кг. Коэффициент вариации металла очень высокий и составляет 154,29%. Региональный фон (РГФ) для валовых форм меди установлен на уровне 49,0 мг/кг, фон для черноземов – 25 мг/кг [1].

Наибольшим содержанием и превышением регионального фона отличаются почвы четвертой точки исследования, что говорит о техногенном характере загрязнения исследуемой территории.

В почвах с высоким содержанием карбонатов и органических веществ и слабощелочной реакцией среды создаются условия для перевода меди в труднодоступное для растений состояние.

В растениях содержание данного элемента не превышает критической концентрации. Это видимо, объясняется тем, что изучаемые почвы садов имеют тяжелый гранулометрический состав и характеризуются вы-

соким содержанием гумуса, они способны переводить ТМ в малоподвижное состояние и образовывать с органическими веществами внутрикомплексные соединения, что приводит к недоступности меди овощным культурам. Исключением являются культуры точки №4.

Концентрация изучаемого элемента в почве имеет следующий ряд снижения: точка 4 > точка 5 > точка 1 > точка 3 > точка 2. Такая же закономерность наблюдается и в растениях.

Анализ содержания меди в почвах и в растении показал, что наибольшее количество Cu наблюдается в точке № 4, которая расположена в д. Илембетово. Все эти данные свидетельствуют о том, что концентрация элемента в растениях находится в взаимосвязанном состоянии с содержанием металла в почве.

Интенсивность поглощения меди укропом огородным оценивалась с помощью коэффициента биологического накопления (КБН). Результаты исследований показали, что укроп огородный в условиях коллективных садов г. Магнитогорска не является концентратором изучаемого элемента, так как КБН меди меньше 1.

### Литература

1. Минеев Н.М. Экологические основы аккумуляции тяжелых металлов сельскохозяйственными растениями в лесостепном и степном Поволжье / Н.М. Минеев, В.А. Павловский, Н.В. Прохорова. Самара: Изд-во Самар. ун-та, 1997. 100 с.

**WORKSHOP 1**  
**ENVIRONMENTAL, ECONOMIC AND SOCIAL PROBLEMS OF POLLUTION URBOSISTEM**

**Alekseenko V.A. GEOCHEMICAL FEATURES OF SOILS IN SETTLEMENTS WITH DIFFERENT POPULATION SIZES**

Maximum accumulation of chemical elements in soils as well as ecological and geochemical importance of the process are established.

**Alekseenko V.A. GEOCHEMICAL FEATURES OF SOILS IN KRASNODAR REGION'S RECREATIONAL AND TOURIST AREAS**

The article contains information on the geochemical composition of soils in the region's seaside and mountain resorts.

**Alekseenko V.A., Vlasova E.V. ASSESSMENT OF SOILS CHANGE IN COTTAGE VILLAGES IN AZOV-BLACK SEA AREA**

Some chemical elements have accumulated in soils in cottage villages as compared to forest soils up to 1090 tons/km<sup>2</sup> and the concentration of other chemical elements decreased, reaching 1,620 tons/km<sup>2</sup>.

**Anikina L.M., Sudakov V.L., Udaloval O.R., Shibano D.V. THE CREATION OF HIGH-ROOT-INHABITED MEDIA, ENSURE THE REDUCTION OF THE LEVEL OF NEGATIVE IMPACT ON ENVIRONMENT IN THE CONDITIONS OF INTENSIVE LIGHTING**

In the work are present the results of studying the use of organomineral components on the basis of Cambrian clay to optimize the content of water-soluble organic matter in the root zone environments and reduce negative impacts on the environment in low technology intensive lighting.

**Bakarasov V.A. GEOECOLOGICAL STATE AND PROBLEMS OF SANITARY-PROTECTIVE ZONES OF INDUSTRIAL ENTERPRISES OF MINSK**

The environmental state of sanitary-protective zones of industrial enterprises of Minsk is tense. The main problems of sanitary-protective zones are air pollution, water pollution, land degradation, environmental risks and other. The decision of environmental problems of sanitary-protective zones has complex character and includes the conclusion of industrial enterprises for the borders of Minsk.

**Bugero N.V., ECOLOGICAL ESTIMATION OF ENDOFLORA BOWELS WITH THE BLASTOTSISTNOY INVASION OF THOSE, WHO LIVE IN G. SAINT PETERSBURG**

Species composition behavior and the character frequency of different microorganism species colonizing patient population's intestines have been shown of people living in different ecological Saint-Petersburg's districts. High semination factor of *Blastocystis* spp. allocated from patients with different diseases of gastrointestinal tract. We have analyzed spreading and intensity of antilactoferrin sign strains of protozoa blastocystis.

**Valetova N.B., Kuznetsova J.L., Tarankova O.A., Geraskina E.V., Novoselov A.S., Ilitchev I.S., Smirnov V.F., Semenycheva L.L. TERPINEOL AS AN EXTRACTANT, PERFUMES AND GERMICIDES FOR THE RECEPTION THE FISH COLLAGEN**

The use of terpineol as the extractant for preparation the fish collagen, as perfumes for collagen substance for odor removal was proposed. Assessment of its biological activity was studied.

**Vorobyova D.Y., Sprygina M.M., Shcherbakova L.F., Shilova N.A. ASSESSING THE IMPACT OF HEAVY METALS ON THE SOILS NEAR ROADS OF SARATOV**

The soil is a special natural formation. Soil is the most objective and stable indicator of anthropogenic pollution. Soil pollution around industrial centers of the region is influenced by emissions of harmful chemicals from industry and from transport. This paper is devoted to the study of soils in Saratov.

**Galai E.I., Tsvirko D.I. DENSITY DYNAMICS OF THE EMISSION OF POLLUTANTS IN THE OPEN AIR OF THE LARGE BELARUSSIAN TOWNS**

Density dynamics of the emission of pollutants in the open air of the large Belarussian towns is analyzed in the article. It is determined that most of the towns are distinguished by the low level of the emission from the stationary sources per acre.

**Geraskina E.V., Chukhmanov E.P., Moikin A.A., Semenycheva L.L. THE INCREASE OF RESOURCE OF LUBRICATING OILS AS AN APPROACH TO REDUCE THE ENVIRONMENTAL BURDEN ON MODERN URBOSISTEM**

Due to the huge negative impact on the environment of man-made transport system the approach to increase the life of lubricating oils, that will help to reduce the volume of waste oil is offered.

A method for obtaining resource saving additives for oils based on compositionally homogeneous copolymers of alkoxy olefin and alkyl (meth) acrylates is proposed.

#### **Gnezdilova V.V., Ruban D.A. SOME ECOLOGICAL PROBLEMS OF TOURISM DEVELOPMENT IN BIG INDUSTRIAL CITIES**

Development of business tourism and industrial tourism in big industrial cities follows the main trends of the modern socio-economic progress. However, re-organization of urban space, new construction, intensification of transport flows, change in the cultural component of urban environment, increase in technological risks, «conservation» of anthropogenic pressure, etc. mark significant ecological problems. Their successful solution depends on the efficacy of urban planning and ecological control of tourism initiatives.

#### **Gorkova N.V., Manuilova N.B., Messineva E.M. PROBLEMS OF RECYCLING AND PROCESSING OF WASTE TIRES**

Existing problems of the waste tires recycling and processing are described in this article. There are some basic ways of it such as recycling (or recovery), reclaiming processing, processing into chips, pyrolysis, combustion and landfilling, but the problem still need to be resolved

#### **Grebenyuk G.N., Khodzhaeva G.K. TOXICITY OF OIL CONTAMINATION AND ITS IMPACT ON SOIL AND VEGETATION**

Spilled oil causes significant damage to the flora and fauna of contaminated sites as a result of the direct general toxic effects on living cells, and as a consequence of very diverse indirect causes. The most sensitive indicator of oil contamination in comparison with other components of phytocenoses is a living ground cover. With the spreading of oil on the surface of the soil, mosses, grasses and shrubs first expose to the pollutant. Due to the small size of the plants sometimes a lot of their vegetative and generative organs are smearing. Root systems of these plants are located mostly in most quickly and heavily polluting top ten cm of soil layer.

#### **Yeliseyeva Yu. V., Lavrentyeva A.I., Yeliseyeva Yu.Yu. ECOLOGICAL AND HYGENIC PROBLEMS OF POLLUTION OF FOODSTUFFS: OUTCOMES, PRINCIPLES OF DETOXICATION**

The analysis is submitted to regional features of a contamination of food staples and foodstuff by toxic elements, nitrates, organochlorine pesticides. The exposition by contaminants of foodstuff of local production on various age groups of children and teenagers is calculated and estimated. The greatest contribution of the main groups of products to a general meaning of an exposition on children and teenagers is defined. Levels of not cancerogenic and cancerogenic risks for health of the children's population, the chemical contaminants connected with receipt with local foodstuff are established. Distinctions in formation of sizes of risks for health in connection with use of food staples and consumption of foodstuff depending on age of children are found. It is important to know not only what products are the most contaminated, but what place in the structure of the nutrition they take.

#### **Erofeeva M.R., Sinigibsky A.D. RESEARCH OF LEVEL OF POLLUTION OF ATMOSPHERIC AIR SELITEBNIAN OF TERRITORIES OF BRATSK**

Results of supervision over level of pollution of atmospheric air of the selitebnian territory of Bratsk are given in work on the basis of the analysis of the measurements received with use by the PEP mobile ecological laboratory – 1-1.

#### **Erofeeva M.R., Fedorova S.A. THE LEVEL OF ANTHROPOGENIC LOAD ON URBOEHKOSISTEM NORTHERN TERRITORIES IRKUTSK REGION (FOR EXAMPLE, BRATSK)**

The state of the environment on the territory of the city of Bratsk on the basis of the analysis of statistical data.

#### **Zhukov V.V., Konkova M.N., Konkov A.V., Anochina T.V. PHYSICAL DEVELOPMENT OF CHILDREN AS AN INDICATOR OF HEALTH IN POOR ENVIRONMENTAL CONDITIONS**

One of the indicators reflecting changes in environmental quality is the state of health and, in particular, the level of physical development of the child population. When conducting medical examinations of preschool children from different districts of Saratov was noted that children living in an industrial area, in terms of physical development and morbidity differed from children in areas where the predominant contaminant is motor vehicles.

**Ibragimova A.H., Giniyatullin R.H. INDUSTRIAL CENTER OF STERLITAMAK: ASSESSING THE RELATIVE CONDITION OF THE FORESTS LIFE OF SILVER BIRCH (*Betula pendula* Roth.) BALSAM POPLAR (*Populus balsamifera* L.), TILLET (*Tilia cordata* L.), LARCH SUKACZEWII (*Larix Sukaczewii* Djill.) AND OAK (*Quercus robur* L.).**

Determination of the relative life state tree plantations to evaluate the suitability of certain trees and plants to the effects of technogenic-environmental factors. Studied stands of birch, poplar, tillet, larch and oak in the residential areas industrial center of Sterlitamak. The collection and processing of the actual material used in conventional methods of studying forest plantations. Produced instrumental (diameter, height, age) and visual determination (crown density, degree of leaf damage, the presence of dead branches) of diagnostic parameters. An assessment of the relative condition of the trees life.

**Kovaleva N.E., Fridrich O.N. THE PROBLEMS OF PROCESSING OF TEXTILE WASTE GARMENT ENTERPRISES**

Authors make recommendations to reduce environmental pollution by maximizing the use of clothing companies' production waste.

**Komarova N.G. ENVIRONMENTAL STRESS AREAS OF THE RUSSIAN ARCTIC BY RISK VULNERABLE AREAS**

The article discusses the problems updated to identify risk factors that complicate any kind of human activity, as well as facilities at risk, in terms of finding ways of sustainable development of territories. Research is devoted to analysis of the situation in the Far North of Russia – a region important in geopolitical terms, with rich resource potential. The Arctic as a special environmentally vulnerable area of the planet, is prone to many types of natural risk. Particular attention is paid to the assessment of technical risk factors as heritage industrial stage of development of the Arctic.

**Konkova M.N., Konkov A.V., Anochina T.V., Zhukov V.V. THE INFLUENCE OF EXTERNAL FACTORS ON THE INCIDENCE OF SARS PRESCHOOL CHILDREN IN AN URBAN ENVIRONMENT**

The growing organism is the most sensitive to the unfavourable factors, therefore the state of children's health is an indicator reflecting environment quality changes. The morbidity of preschool children living near industrial objects is higher as compared to that concerning children living in the areas polluted predominantly by motor transport.

**Konshina L.G. HEALTH RISK ASSESSMENT OF KARABASH RESULTING FROM CHEMICAL COMPOSITION OF DRINKING WATER**

The centralized water supply of the town is organized from Lake Serebra and Kialim Reservoir on the Big Kialim River. A part of urban population consumes water from wells, deep wells, and springs. The highest toxic hazards were estimated for the local people consuming water from the Serebryansky water main (the hazard indices for children and adults were 2.75 and 1.1, respectively) and from decentralized sources of water supply (2.35 and 1.0 for children and adults, respectively). The highest hazard indices were established for nitrates, arsenic, and antimony. The carcinogenic hazard was attributed to arsenic compounds, chromium VI, and dichloroethane. The carcinogenic risk posed by water consumed from wells, deep wells, and springs was  $9.6 \times 10^{-5}$  and from the Kialim Reservoir –  $7.3 \times 10^{-5}$ . The water of the Serebryansky water main had the maximum carcinogenic hazard; the health risk was as high as  $2.17 \times 10^{-4}$  and considered unacceptable.

**Kuzhina G.Sh., Kazakbaeva A.Z., Semenova I.N., Yagafarova G.A. THE VARIABILITY OF HEAVE METALS OF HEAVY METALS DURING THE CLEANING OF HOUSING AND UTILITIES WASTE WATER OF SIBAY (THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN)**

The article presents data on the study of the variability of heavy metals (Cu, Zn, Mn, Fe, Cd, Ni) during the cleaning of housing and utility wastewater of Sibay. The content of Cu, Zn, Mn and Ni did not exceed the permissible norms not only when the wastewater treatment plant, but also at all stages of purification. At the same time, the Fe concentration was higher than normal in all stages except for the stage of purification. Cadmium characteristic excess of MPC in all sampling points, and the maximum recorded after the effluent, passed mechanical purification stage. The research has shown that purified sewer drains Sibay discharged into the river Karagaily contaminated with iron and cadmium.

**Larionova N.A. INFLUENCE OF PHOSPHOGYPSUM DUMPS ON POLLUTION OF SURFACE AND GROUDWATER**

The article considers phosphogypsum dumps and their impact on the pollution of surface and groundwater. On the territories of their impact composition of groundwater changes and formation of sulfate type water is going on.

**Lysikova O.V. BICYCLE MOBILITY AS A SOCIAL PHENOMENON MODERN CITY**

The author reveals the bicycle mobility as a social phenomenon of the modern city. The paper proposes the concept of tourist bike lanes in the city of Saratov, for the period until 2019. Based on the results of empirical research developed recommendations for the effective development of a network of bicycle paths and bicycle parking in Saratov.

**Naprasnikova E.V. ECOLOGICAL ASSESSMENT OF SOILS OF AN INDUSTRIAL CITY IN SIBERIA'S CONDITIONS**

New experimental data on environmental properties of the soil cover in the town of Cheremkhovo. High concentrations of polluting chemicals, including heavy metals, were identified. The values of acid-alkali conditions of soils range from 5.6 to 8.1 pH. Biological activity of soils is relatively not high and is twice lower than the control variants.

**Narbut N.A., Mirzekhanova Z.G. RECOMMENDATIONS ON OPEN SPACE ORGANIZATION IN URBAN TERRITORY (KHABAROVSK AS AN EXAMPLE)**

The paper presents ecological aspects and recommendations on open space optimal organization in urban territories compliant with sustainable development requirements.

**Nehoroshev A.S., Zaharov A.P., Dunnen A.A. ECOLOGICAL-HYGIENIC AND ECONOMIC PROBLEMS OF URBAN SYSTEMS POLLUTION IN LOW-TONNAGE OIL REFINING**

The purpose of this study was to characterize ecological and hygienic problems of urbanized areas pollution by low-tonnage oil refining. As a result of problem assessment, which appears in urbanized areas pollution, it can be concluded that technology with highest risk by emissions volume and olfactory limit action, are those in which the atmospheric air is under impact sulfur-containing compounds, alkynes, polyene hydrocarbons.

**Orlov A.A., Mosiyash S.A., Shashulovskaya E.A., Kuraeva T.G. THE USE OF CERTAIN STATISTICAL INDICES IN EVALUATION OF WATER QUALITY IN WATER SOURCES**

It was considered changing the hydrochemical regime of the River at the reduce human impact. The possibility of the use of certain statistical methods for assessing the state of the aquatic ecosystem was viewed

**Rybka K.Y., Shegolkova N.M., Oreshnikov D.A., Oreshnikova N.V., Skripchinsky A.K. SPATIAL DYNAMICS OF WATER QUALITY IN FREE WATER SURFACE CONSTRUCTED WETLANDS**

One of the important problems of modern industrial cities is environmental pollution as a result of wastewater discharge. Volume of wastewater discharge in Russia in 2013 amounted to more than 15 billion m<sup>3</sup>. There are few single effective treatment systems for municipal stormwater in Russia. In European and Asian countries as well as in America and Australia constructed wetlands are widely used for various types of wastewater treatment. In Russia there are only free water surface systems working with low efficiency. The purpose of this work is to examine the functioning of an existing FWS CW with a view to develop recommendations for increasing its effectiveness.

**Safronova L.A., Belaeva K.V. SOME ISSUES OF SEWAGE TREATMENT ENTERPRISES OF SARATOV**

The analysis of the wastewater treatment system of the enterprise MUPP «Saratovvodokanal». The chemical composition of waste waters. The study revealed excess MPC sulfates, nitrites and copper. The study recommendations were made to improve the wastewater treatment system at the plant.

**Safronova L.A., Shajdenko I.S. SECURITY CONSIDERATIONS OF NATURAL AREAS IN THE RECYCLING AND PROCESSING OF MEDICAL WASTE**

The aim of this work is study of the environmental aspects of the system for the treatment of medical waste, the development of recommendations for improving medical waste management system.

**Safronova L.A., Shalamanova A.A. EVALUATION OF THE IMPACT OF WASTE WATER OF CJSC CONFECTIONERY SARATOVSKAYA ON THE HYDROSPHERE SARATOV**

The food industry is especially in demand for confectionery and all will increase due to the growth of the prosperity of society and the constant increase in the number of people on the Earth, and thus will increase, as with any activity, the impact on the environment and humans in particular. The aim is to assess the impact of the industrial enterprise «Confectionery factory «Saratovskaya» on the quality of surface waters of Saratov and examine the extent of its adverse impact on the environment.

**Semakina A.V. ANALYSIS OF A CHANGE OF POLLUTION BY FORMALDEHYDE IN AREA AND TIME**

The analysis of change of concentration of formaldehyde in atmospheric air in the territory and time for the city of Izhevsk is carried out. The greatest concentration are characteristic for the territories located close highways, in the evening, in the summer.

**Sereda L.O., Kurolap S.A. OIL POLLUTION OF SOIL VORONEZH**

The article matter is concentration of oil and its components in the soil cover of the city of Voronezh. Research results (achieved by applying methods of hexane-chloroform extraction) demonstrate that the highest concentration of polluting contaminants take place in industrial zones and busy crossroads. To reduce the impact of the mentioned factors it is recommended to exercise regular monitoring of soil pollution and take measures for development of the road network.

**Sidorov M.M., Danilov V.A., Yakovleva M.L. STRAY DOGS YAKUTSK**

Data on the number of stray dogs in Yakutsk city are presented and current problems are discussed. The dogs play an important role in life of the city ecosystems and society. We accounted a number of stray dogs in two types of the urban environment: zones of multistoried buildings and one-two-storey houses.

**Studenikina E.M. CONTRIBUTION OF AIR POLLUTION IN THE INDUSTRIAL CITY TO THE FORMATION OF CHILD MORBIDITY**

Based on the application of the algorithm of the correlation analysis found the contribution of air pollution in the industrial city to the formation of child morbidity. Found that the concentration of sulfur dioxide, dust, formaldehyde, nitrogen dioxide, carbon oxide, chromium oxide, acrolein, manganese oxide, iron oxide, styrene, contained in emissions from industrial plants and automotive vehicles causes the respiratory diseases.

**Tagirova O.V., Kulagin A.Yu. REACTION OF THE ASSIMILATION APPARATUS BIRCH (BETULA PENDULA ROTH.) ON POLLUTION EMISSIONS SMELTERS (Karabash, Chelyabinsk Region)**

Forest plantations that grow near industrial sites are exposed to industrial pollutants, which is the cause of their oppression, loss of productivity and withering away. Therefore, when evaluating the stability and success of the formation of protective plantations matter of assessing adaptation features of woody plants in the conditions of technogenic pollution occupies a key position.

**Tanasova A.S., Zaitsev I.V. COMPARATIVE ANALYSIS OF TRACE ELEMENTS IN THE WATER OF THE LOWER VOLGA AND THE GASTROINTESTINAL TRACT OF THE INHABITANTS OF ASTRAKHAN**

Assessment of the actual state of the environment is impossible without knowing the environmental situation in the reservoirs, which is influenced by a complex set of interacting natural and anthropogenic processes. This article discusses the comparative analysis widespread in the Lower Volga pollutants, which include heavy metals Mn, Cu, Ni, Co, Zn, Pb, Cd and contents of these elements in the gastrointestinal tract of residents of the city of Astrakhan.

**Tarankova O.A., Geraskina E.V., Kuznetsova Yu.L., Valetova N.B., Semenycheva L.L. WASTE OF FOOD FISH INDUSTRY AS A SOURCE OF COSMETIC COLLAGEN**

Rational use of protein-containing waste processing fish products (skin, scales, etc.) is an actual environmental problem that requires highly professional approach. One of the effective ways to solve this problem is to obtain fish collagen and hydrolysis products which are widely used in the preparation of medical and cosmetic products. We propose the original scheme for processing waste fish protein production, which includes available and short operations of extraction of the desired product, new approaches to its analysis. This allows us to optimize the conditions for the isolation of collagen and the composition of the resulting solutions of biopolymers.

**Tatsy Yu.G., Moiseenko T.I., Gashkina N.A. BIOGEOCHEMICAL INDICATION OF THE TECHNOGENIC PROVINCES AND MICROELEMENTOSIS AMONG POPULATION OF THE INDUSTRIALIZED REGIONS**

The characteristic of enrichment of various environments (precipitation, soil, water, bottom sediments) by elements from atmospheric emissions of non-ferrous smelters in different climatic zones is presented. An assessment of population health status of technogenic provinces depending on the degree of environmental pollution is made.



**Tillyakhodjaeva Z.D. WATER SOURCES, THE ANALYSIS OF CHEMICAL ELEMENTS AND THEIR NEGATIVE IMPACT ON THE HEALTH STATUS OF THE POPULATION**

Small rivers of Uzbekistan exposed to strong anthropogenic influence, which is characterized not only by changing the hydrological regime, but also pollution. discharges of waste water by industrial and agricultural enterprises negatively affects the health of the population. Identification of the chemical state of the surface and ground water sources and links between morbidity of the population has practical significance in the development of water management strategies.

**Tuychiyeva M.A., Djuraev N.M., Yodgorov Sh.I., Artikov F.R. THE EXPERIENCE ASSESSMENT OF COMPLEX GEOLOGICAL RISK FOR THE TERRITORY OF KARSHI CITY WITH THE PURPOSE OF CALCULATION OF SEISMIC RISK.**

The article considers the problem of assessing the complex geological risk in the determination of seismic risk territory Karshi city. Conducted the four-level raster assessment of indicators complex geological risk.

**Tuychiyeva M.A., Djuraev N.M., Yodgorov Sh.I., Artikov F.R. PECULIARITIES OF FORMATION OF NATURAL-TECHNOGENIC CHANGES OF THE GEOECOLOGICAL CONDITIONS OF URBANIZED TERRITORIES OF UZBEKISTAN**

The article considered the problems of formation of natural-technogenic changes of the geo-ecological conditions of urbanized territories of Uzbekistan. Geoecological conditions are formed by the interaction of natural and anthropogenic factors. Thus and so, the nature, condition and directivity changes are closely associated how with the kinds and intensity of anthropogenic impacts, thus and with characteristics of engineering-geological conditions in urbanized territories. Depending on the nature of anthropogenic impacts, regional-geological factors, their properties and distribution are allocated to the general, regional and locals of development their change.

**Usachova L.N., Dudchik N.U., Varatnitskaya M.Y. ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY OF STAPHYLOCOCCUS TO ANTIBIOTICS**

35 strain of *S. aureus* were analysed: 19 isolated from food products and 16 from clinically healthy individuals. Among food isolates, two were found to be resistant to cefuroxime and ceftazidime; one strain was resistant to five medications – oxacillin, cefamandole, cefaclor, ceftazidime and meropenem. Only one *S. aureus* isolate from healthy individuals was concomitantly resistant to three antibiotics: cefaclor, ceftazidime and meropenem. Three isolates derived from food products and five derived from human individuals exhibited population heterogeneity.

**Khodzhaeva G.K. ENVIRONMENTAL PROBLEMS ON PIPELINES AREA OF NIZHNEVARTOVSK REGION**

This work presents main environmental problems on the oil pipelines of Nizhnevartovsk region. The results of analysis failure of oilfield pipelines at Samotlor field of Nizhnevartovsk region indicates that most accidents are caused by internal corrosion and eventually the values of the risk of accidents increases.

**Chashchina E.V., Ashikhmina T.Ia. PHYTOTOXICITY OF HEAVY METALS IN SOIL IN THE PRESENCE OF NITROGEN POLLUTION**

In conditions of rapid industrial development, intensive development of mineral resources, active agricultural chemicals there is a sharp increase in the level of pollution of the natural environment and first of all soils and plants. In recent decades, among the most dangerous pollutants are increasingly referred to as heavy metals. But the most interesting is the effect of HM in the presence of excess nitrogen.

**Shagidullin A.R., Shagidullina R.A., Shagidullin R.R. THE INDUSTRIAL EMISSION REGULATION METHOD ON THE BASIS OF POLLUTANT CONCENTRATIONS QUOTAS CALCULATION**

Cumulative effect of industrial emission must be taken into account in the process of governmental regulation of air quality. The most objective approach to set emission limit values is based on pollutant concentrations quotas calculation. The variant of the methodology to determine these quotas is proposed in the article.

**Shulgina Y.E., Nikulina N.S., Nikulin S.S. REDUCE POLLUTION OF SEWAGE SYNTHETIC RUBBER INDUSTRY USING MAGNETIC FIELDS VARYING INTENSITY**

Was determined the influence of the magnetic field strength and treatment time on the efficiency of coagulation of SKS-30 ARK butadiene–styrene latex in the presence of a cationic electrolyte N,N-dimethyl-N,N-diallylammonium chloride.

**I.A. Yashkov, A.V. Ivanov, T.N. Vinogradova THE INFLUENCE OF THE URBANIZATION ON THE ECOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL CONDITION OF THE GULLIES AND RAVINES NETWORK (ON THE EXAMPLE OF URBOSYSTEMS OF CENTRAL AND LOWER VOLGA AREA)**

The results authors' researchers directed on studying of features of functioning of an erosive network of the large urbanized territories of Central and Lower Volga area as source of a geoecologically dangerous natural and natural and technogenic processes are presented in article. On the example of indicative geomorphological objects of the fluvial nature possibilities creation of a model scale in system of coordinates «ecological and geomorphological condition of an gullies and ravines network» and «the periods of development of an urbosystem» and carrying out correlation of the studied events are shown.

**WORKSHOP 2**

**DEVELOPMENT OF INNOVATIVE METHODS OF ECOLOGICAL REHABILITATION OF ANTHROPOGENICALLY DAMAGED TERRITORIES**

**Amangalieva V.A., Pleshakova E.V. ESTIMATION OF HYDROPHOBIC-HYDROPHILIC PROPERTIES OF BACTERIA ISOLATED FROM DRILL CUTTINGS, THEIR EMULSIFYING ACTIVITY WITH RESPECT TO PETROLEUM PRODUCTS**

Surface-active properties of bacteria isolated from drill cuttings were studied. It is shown that the isolated bacteria have high endogenous and exogenous emulsifying activity with respect to oil and diesel fuel.

Hydrophobicity parameter of bacteria cells is greatly increased when cultured in the medium with glycerol.

**Archegova I.B., Kuznetsova E.G., Panjukov A.N., Likhanova I.A. ENVIRONMENTAL TECHNIQUES TO RESTORE THE NATURAL BALANCE IN THE POST-TECHNOGENIC AREAS IN CONDITIONS OF THE NORTH**

The paper considers the concept of «nature-restoration» and complex approaches of restoration of disturbed ecosystems, tested in conditions of the North.

**Achmedova I.C., Udovichenko T.I. SCREENING OF WOOD BASIDIOMYCETES ALLOCATED TO ANTHROPOGENIC TERRITORIES BAKU AZERBAIJAN REPUBLIC USED FOR BIOTECHNOLOGICAL PROCESSES**

The research was conducted on the screening of xylotrophic fungi-destructors of lingo-cellulosic substrates; the cultural and biological characteristics of its at the conditions of unnatural cultivation have been studied.

**Badzhurak N.A. ANTHROPOGENOUS CHANGE OF BIOCENOSSES IN THE FLOOD PLAIN OF URAL RIVER**

In the anthropogenic environment nature components are in whole or in part changed by economic activity. The river Ural is a striking example of the city waterway which is exposed to whole variety of anthropogenic influences: a diversity of drains, change of hydrological and temperature conditions, considerable proportion (more than 50%) of the household biologically purified effluents.

**Vasilyeva T.N. FITOREMEDIATORY ORENBURG**

One of the important problems of modern ecology is the accumulation of heavy metals (HM) in the plant communities of which is reflected in all components of the biosphere. Analyzed the accumulation of heavy metals in different plant species of urban agglomeration. Investigated plants of the local flora tolerant to toxic metals (2 hazard class).

**Vedeneeva N.V., Tikhomirova E. I., Nechaeva O.V., Vakaraeva M.M. USE COMPLEX TEST OBJECTS TO DETERMINE THE TOXICITY OF NANOSTRUCTURED POLYMER**

Currently relevant is the search for new compounds with antimicrobial properties that can be used in water purification systems. To substantiate the safety of new compounds required detailed studies of their biological, toxicological and physico-chemical properties.

The research aim was the ecotoxicological evaluation of innovative polymer which has antimicrobial properties using *Chlorella vulgaris* Beijer; *Daphnia magna* Straus, bioluminescence biotests, laboratory mice.

Using complex test-objects on toxicity absence have included polymer to the low hazard compounds toxicity class IV. This was the basis to justify the environmental safety the polymer using for constructing filter drinking water systems.

**Volgina T.N., Fedorova O.Yu. THE DETOXICATION OF SUBSTANDARD MEDS**

A combined method of neutralization of substandard meds was investigated. It is determined that the optimum electrolyte is aqueous solutions of sulfuric acid and  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ , which are the source of active oxidizing agents. Interacting with the latest, meds decompose to simple and non-toxic compounds.

**Voropaeva N.L., Tkachev A.G., Gusev A.A., Varlamov V.P., Figovsky O.L., Karpachev V.V. (NANO) CHIPS WITH ELICITOR ACTIVITY TO PREVENT FURTHER CHEMICAL STRESS ON ECOSYSTEMS**

We have developed (nano) chips having elicitor activity and being based on nano porous materials with the sorption capacity for preventing further chemical stress on ecosystems during pre-sowing seed treatment and also plant treatment during their vegetation period to be used for cultivation of various crops.

**Garipova S.R., Zakharova A.A., Zainetdinova A.T., Yuzkaeva E.R. THE PROJECT OF BOTANICAL GARDEN IN THE RECLAIMED SHAKHTAU QUARRY IN BASHKORTOSTAN REPUBLIC**

Shakhtau is a limestone deposit, which resources soon will be exhausted, and the question of reclamation arises. Shakhtau together with other Sterlitamak shikhans (Tratau, Yuraktau, Kushtau) are a former Late Paleozoic reef and the objects of geological heritage and biodiversity. Shakhtau was proposed to be the core of «Sterlitamak shikhans» Geopark. The project of the Botanic garden as a part of Geopark aims to restore and maintain of biodiversity (including more than 17 native "Red Book" species), lost during mining. Rich flora of shikhans will be presented both in expositions of individual species and plant societies by agrosteppe method. Adjacent to the quarry sites of undisturbed ecosystems will be included to Botanical garden. The programs for scientific and adventure ecotourism are being developed. In the design of the Botanical Garden Shakhtau the provisions of Green Standards were taken into account.

**Ganeev I.G., Ziganshin Z.U. RESULTS OF TEST FIELD ACTIVITIES ON SPROUTING OF WOODY AND BUSHY PLANTS SEEDS IN OIL CONTAMINATED SOILS**

The above test field activities are the basis for innovative technology which implies usage of humic products for restoration of degraded and oil contaminated soil. During years 2012-2014 Common Pine and Yellow Acacia seeds were sprouted in the planting boxes placed into oil contaminated soil. Pre-planting treatment of seeds and soil by humic product solution has the most positive effect on seeds germinating ability, growth and survival of woody and bushy plants sprouts.

**Golnev D.S., Zhutov A.S., Rogacheva S.M. STUDYING THE POSSIBILITY OF PHYTOREMEDIATION ANTHROPOGENIC DISTURBED RESERVOIRS**

Investigated the possibility of phytoremediation water reservoirs contaminated with heavy metals using *Elodea canadensis*. It was detected the gradual decrease in the concentrations of  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ . Phytoextraction degree depends on the initial concentration of heavy metal. *Elodea canadensis* reveals for ions lead the greatest phytoextraction activity.

**Zakharova O.V., Gusev A.A., Senatova S.I., Chuprunov K.O., Kuznetsov D.V. BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES FOR UTILIZATION SUPERFINE METALLURGICAL WASTE**

Investigated the effect of metallurgical sludge at different stages of ontogenesis of *Brassica napus* L. Under laboratory conditions shown to reduce vigor and germination of rapeseed with a significant increase in the length of sprouts. In greenhouse conditions mentioned inhibition of the vegetative organs of plants, however, at certain concentrations, an increase in seed weight. The results obtained in field studies suggest that low and moderate doses stimulate the plant growth and crop formation and high doses inhibits these parameters. Analysis of the biochemical status of the plant showed a significant impact on the dynamics of the sludge of antioxidant enzymes and pigments. Analysis of heavy metals in plant tissues showed no excess of limit values. Thus, further research is promising is the possibility of using metallurgical sludge in rapeseed growing in the soil as a growth stimulator.

**Zaharchenko M., Melnikov I., Kayrgaliyev D., Pichhidze S. CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS CHLORINATED XENOBIOTICS**

In this paper we propose an extractant for the extraction of chlorinated dioxins from soil.

**Kirei V.A., Yukhnevich G.G. ACTIVATED SLUDGE MICROBIOLOGICAL COMPOSITION OF MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT PLANTS DURING MANGANESE SULFATE PROCESSING**

Showed that manganese sulfate inhibits the development of filamentous microorganisms in the absence of reducing the total number of microorganisms in activated sludge of municipal wastewater treatment plants.

**Koval E.V., Ogorodnikova S.Yu. THE EVALUATION OF THE PROTECTIVE PROPERTIES OF CYANOBACTERIA NATURAL COMMUNITIES ON BARLEY PLANTS GROWN WITH METHYLPHOSPHONIC ACID**

The cyanobacteria (CB) *Nostoc commune* and barley plants responses to the action of methylphosphonic acid (MPA) were studied. In the presence of the MPA (0,05 mol / l) there was an increase of the activity of lipid peroxidation in roots and leaves of plants and reduction of carotenoids in the cells of the CB. Pretreatment of seeds CB increased plant resistance to the action of the MPA, it was manifested in reducing the intensity of lipid peroxidation in roots and accumulation of carotenoids.

**Korobov V.V., Sagitova A.I., Gavrilchenko A.G., Starikov S.N., Gafarov R.F. BACTERIA DESTRUCTORS OF PHENOL AND ITS DERIVATIVES FOR THE REHABILITATION OF TECHNOGENIC ECOSYSTEMS OF PETROCHEMICAL PRODUCTION**

From populations of soil microorganisms exposed to the petrochemical industry, were isolated new bacteria-destructors of chlorophenoxyacetic acids. Strains recommended for use in the development of methods of environmental clean-up.

**Kosarev A.V., Dobrolubova T.A. MAIN FACTORS OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY OF MATERIALS ON BASED CROSS-LINKED POLYMERS**

Structural, thermal and elastic-deformation characteristics, as well as the content of residual oligomers are the main determinants of environmentally friendly of cross-linked polymers. Influence of structure of polymeric materials and their physical and chemical characteristics of the ecological properties and recyclability of the materials discussed in this paper.

**Kosarev A.V., Stoudentsov V.N. KINETIC FACTORS OF ECOLOGICAL SAFETY OF CURING PHENOL FORMALDEHYDE RESIN**

The mathematical model, which defines the dependence of ecological safety of the product curing phenol formaldehyde resin CF-342A and its structural and kinetic characteristics (functional molecules of resin curing rate constants) was received. Work relevant to industrial ecology and polymeric materials.

**Koshelev A.V., Golovkov V.F., Bogoyavlenskaya J.S., Surovtsev V.V., Korolkov M.V. COMPLEX REORGANIZATION OF TECHNOGENIC SOIL IN THE LIQUIDATION OF ACCUMULATED ENVIRONMENT DAMAGE**

The technology of technogenic soil decontamination by high-temperature combustion and leaching.

**Kuzerbaeva Z.R., Nazarov V.A. COMPARATIVE ENERGETIC AND ECONOMICAL EFFICIENCIES OF GAS DISTRIBUTION SYSTEMS**

Field experiments carried out on black soil in the South of Saratov region in 2013 studied the influence of a humic substance (gumpit) on the southeastern sunflower 26 productivity. Effectiveness of humic substance (gumpit), illustrated by its influence on the sunflower, has been determined. The study established that the use of gumpit in the pre-seeding treatment of seeds and spraying of vegetative plants exert positive influence on the oilseed yield and quality.

**Kurochkina G.N. TECHNOLOGY OF UTILIZATION OF TOXIC WASTE PRODUCTIONS OF THE CAPROLACTAM FOR RECEIVING POLYMERIC ANTICORROSIVE ECOLOGICALLY**

The technology of utilization of large-capacity toxic waste of production of a caprolactam – the vat remains of production of benzole acid is developed PZM mastic for production protective anticorrosive ecologically safe and coverings of metal and concrete surfaces with the improved physics and technology properties is received. For regulation of properties of sheetings and expansion of their range the film-forming, plasticizing or curing additives also in the form of waste of chemical productions are used. The technology of drawing compositions of mastic on metal and concrete surfaces is developed. She allows to receive coverings on metal in two options – at the increased temperature industrially and in the presence of the initiator of polymerization – in field conditions. The developed technology allows to solve an environmental problem – clarifications of environment (water, air and the soil) from toxic waste and at the same time to receive ecologically safe products, useful to economy.

**Melnikov I., Kayrgaliyev D., Yermoshin A., Pichhidze S. LIQUID CHROMATOGRAPHY POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS**

The paper proposes a method of detecting and quantifying the polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs).

**Muhin V.M., Voropaeva N.L., Gorshkova E.K., Manaenkov S.I., Charlamov S.A., Karpachev V.V. ACTIVATED CARBONS OBTAINED FROM ANNUALLY RENEWABLE PLANT RESIDUES AS A MEANS TO PREVENT ENVIRONMENTAL THREATS TO BIOSPHERE**

Vegetable agricultural wastes as an annually renewable raw material can be successfully processed into activated carbons, which are used to solve many environmental problems in various human activity spheres (agriculture, medicine, food industry and the others.). We have developed a production technology for obtaining activated carbons and new functional materials on their basis from annually renewable agricultural crop residues (the straw of various) for applied in the biosorption process.

**Muhin V.M., Voropaeva N.L., Gorshkov V.I., Tyn'ov Y.Y., Konovalova A.I., Karpachev V.V. ACTIVATED CARBONS OBTAINED FROM ANNUALLY RENEWABLE PLANT RESIDUES FOR THE PRODUCTION OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY OR NATURE-FRIENDLY PURE PRODUCTS**

We have developed a technology for producing activated carbons and new functional materials on their basis with the detoxification activity from annually renewable agricultural crop residues (the straw of various crops) for the production of environmentally friendly or nature-friendly pure products.

**Neshko A.A., Kryuchkova Ye.V., Turkovskaya O.V. INFLUENCE OF BACTERIAL INOCULATION ON BIOMETRICS OF THE *MEDICAGO SATIVA* L. IN THE PRESENCE OF THE COMPLEXES GLYPHOSATE WITH CATIONS  $\text{Cu}^{2+}$  AND  $\text{Cd}^{2+}$**

It has been studied the effect of the three rhizosphere strains on the development of *Medicago sativa* L. seedlings under the normal conditions. It was established the positive influence of the strains *Achromobacter* sp. LCu2 and *Agrobacterium* sp. LCu4a on parameters of plant growth and on seedlings biomass formation in the presence of glyphosate with cations of the heavy metals  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ .

**Nizovtsev V.A., Mironenko I.V., Logunova Yu.V., Kochurov B.I., Kostovska S.K., Erman N.M. ASSESSMENT OF LANDSCAPE POTENTIAL OF MOSCOW FOR LAND-USE PLANNING**

The major purpose of complex landscape-geoecological studies was recognition of landscape-ecological potential of the Moscow area for land-use planning. Measures required for balanced and efficient development of the city area for comfortable life of population, nature protection and objects of cultural heritage, taking into account relationships between Moscow and Moscow Region, are proposed.

**Olshanskaya L.N., Sobgayda N.A., Bulkina L.A. PHYTOREMEDIATION TECHNOLOGY IN PROTECTION OF HYDROSPHERE**

A possibility of extraction of heavy metals (cadmium, copper, zinc) from surface and soil waters by phytoremediation with common duckweed (*Lemna minor*) is investigated. It is established that the duckweed is able to extract and accumulate of the metal in the phytomass, despite its extremely high concentrations (up to 1000 mg/l).

**Pleshakova E.V., Belyakov A.Yu., Amangalieva V.A. PROSPECTS OF USING BACTERIA ISOLATED FROM DRILL CUTTINGS, BASED ON THE STUDY OF THEIR ENVIRONMENTAL AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS**

Ecological and functional properties of bacteria isolated from the drill cuttings were studied. It is shown that the isolated bacteria possess high endogenous and exogenous emulsifying activity against oil, resistance towards the most common heavy metals in the drilling cuttings and are stable to high alkalinity and mineralization of the medium.

**Sinyavina N.G., Anikina L.M., Mirskaya G.V. PROCESS OF PRIMARY SOIL FORMATION DURING CULTIVATION OF PLANTS IN CONTROLLED CONDITIONS**

Spring wheat and string bean were grown in controlled conditions during 12<sup>th</sup> vegetation periods. The next variants were included in the experiment: monoculture, mixed planting and crop rotation. The changes of properties of the Cambrian clay, microbiological complex, growth and productivity of plants, the qualitative composition of plants were investigated. It was revealed that the processes, which occur in the Cambrian clay, are like the primary soil-forming processes in the natural environments. Changes of the properties of the root-inhabited media depended on the plant species and on the method of cultivation.

**Titorenko O.V., Olshanskaya L.N., Yermeeva Y.V. INFLUENCE OF CONCENTRATION OF OIL PRODUCTS AND PERMANENT MAGNETIC PAUL ON HEIGHT AND DEVELOPMENT OF PLANTS**

It is investigated influence of influence of a constant magnetic field on seeds of the higher plants (haricot, soy and sheet salad), their growth and cleaning of soils of lubricating oil. The greatest tolerance to oil products was shown by plants of haricot and soy.

**Filip'echeva Yu.A., Shumilova E.M., Shelud'ko A.V., Katsy E.I. MATRIX BIOPOLYMERS STABILIZING BIOFILMS OF BACTERIA *AZOSPIRILLUM BRASILENSE***

The sensitivity of biofilms of the bacterium *A. brasilense* Sp245 and its insertional immotile *flhB1*, *fabG1*, and *mmsB1* mutants to the action of enzymes (pronase, trypsin, and DNAase) and to periodate oxidation was studied. It was established that matrix biopolymers contribute most significantly to the stabilization of biofilms formed on the hydrophilic surface by azospirilla cultivated in the rich LB medium, especially in the case of the immotile mutants.

**Shamatulskaya E. ANTHROPOGENIC TRANSFORMATIONS OF LANDSCAPES OF BELARUSIAN POOZERYA**

The article considers the anthropogenic transformation of landscapes north of Belarus. Zoning troubled regions of Belarus formed the basis for the regional analysis of territory, carried out in the context of certain areas.

**Sheverdyayev O.N., Prib A.S. THE PROCESSING OF ASH-CINDER MIXTURE OUT OF ASH DUMP**

There are various methods of processing the ash-cinder mixtures out of aquatic ash dump. In the article describes a method of processing for extraction of microspheres and particles of unburned carbon.

**Shumilova E.M., Filip'echeva Yu.A., Ponomareva E.G., Kovtunov Ye.A., Petrova L.P., Shelud'ko A.V., Katsy E.I. PARTICIPATION OF FLAGELLA IN THE FORMATION OF BIOFILMS OF BACTERIA *AZOSPIRILLUM BRASILENSE***

Single mutations in *A. brasilense* Sp245 genes that caused defects in motility and production of polar and lateral flagella have a negative impact on formation of biofilms on abiotic and biotic surfaces, and significantly affect aggregation capacity of bacteria. It was also revealed that degree of intercellular aggregation of azospirilla and thickness of their biofilms depend on the environment and conditions of cultivation.

**WORKSHOP 3**

**CURRENT ISSUES OF MODELING AND REASONING USING MODERN SORPTION TECHNOLOGY IN INDUSTRIAL ECOLOGY**

**Bezuglova O.S., Shimko A.E. USE OF SORBENTS FOR DETOXIFICATION OF SOILS CONTAMINATED WITH HEAVY METALS**

When applying sewage sludge to soil an increase in the concentration of copper and manganese is observed, probably due to contamination of sediments with these metals. Adding the sewage sludge together with the adsorbent, activated anthracite, leads to a decrease in zinc, manganese and copper concentrations. Activated anthracite can be used to detoxify the sewage sludge.

**Bereda N.N., Chugunov E.A., Yanchenko M.S. CHOOSING OPTIMAL DESIGN AND BUILDING TYPES FEMENTER**

Digester-building for aerobic fermentation and processing resulting in the purification of waste water sludge. Eye-catching at the same time allows the methane gas to produce cheap electricity and feed it to the needs of the population. Electricity generated is enough to provide electricity to approximately 2,500 households. For the first time in Russia, biogas, obtained by the process of anaerobic digestion of sewage sludge is used to generate electricity on Kuryanovo treatment facilities in Moscow. While that is a mini-TES, which produces 10 MW of electricity and 8 MW of heat.

Given the possibilities of electric power in the design metangeneratorov-fermenters special attention paid to the choice of optimal design and type of building the digester.

**Bukharova E.A., Tatarintceva E.A., Olshanskaya L.N. COMPARATIVE ANALYSIS OF PELLETIZED SORBENTS BASED ON EXPANDED AND OXIDIZED GRAPHITE**

A composite of adsorbents comparative of the thermally expanded graphite analysis, oxidized graphite and a polymer binder having not only high efficiency of water purification from oil pollution, but also convenience of application in use.

**Vedeneeva N.V., Tikhomirova E.I., Abdryashitova V.R., Podolsky A.L. STUDYING FILTERING COMPOSITIONS USED FOR POND WATER PURIFICATION AND DISINFECTION**

We conducted comprehensive analytical laboratory study of 12 quality indicators of water samples, taken from four ponds experiencing heavy anthropogenic impact. The results of analyses, conducted before and after filter-

ing water through specific multilayer compositions based on nanostructured bentonite with antimicrobial coating of granules, established high effectiveness of used sorbents for surface water purification and disinfection.

**Zamatyrina V.A., Koshelev A.V., Tikhomirova E.I., Atamanova O.V., Bobyrev S.V. TECHNOLOGY OF GRANULATED SORBENT BASED ON MODIFIED ORGANIC BENTONITE**

The paper describes the technology of preparation of granular sorbent based on modified organic bentonite with disinfectant properties. As a bactericide used iodized form alkapav. The resulting granules was used as a sorbent for laboratory and industrial tests.

**Nikitina N.V., Kazarinov I.A., Tyshchitskaya K.A., Melnikova L.N. MODIFICATION OF SORBENTS BASED ON BENTONITES POLYHYDROXOCATIONS METALS BY THE COPRECIPITATION METHOD**

Natural bentonite was modified with iron (III) and aluminum polyhydroxocations by the coprecipitation technique. This modification of natural bentonite has been found to cause changes in its chemical composition, structural and sorption properties. The sorption capacity of the sorbents for bihromat-, arsenate- and selenite-anions was studied.

**Olontsev V.F., Belousov K.S., Sazonova E.A. MANUFACTURE AND APPLICATION NANOPOROUS CARBON ABSORBENTS FOR MODERN BRANCHES OF ECONOMY**

Realization of the Russian state program of protection of environmental natural environment, maintenance of ecological safety and increase of efficiency of many branches of a national economy demand unconditional saturation of the consumer market by all necessary assortment of marks of active coal.

Carbon nanoporous absorbents - active coals, the activated fibres and fabrics represent a class of the high-molecular porous carbon materials having an advanced specific surface and having ability effectively and selectively to absorb molecules of substances of a various chemical nature from gas and liquid environments.

**Orlov A.A., Mosiyash C.A. COMPARATIVE HYGIENIC EVALUATION OF THE USE OF SAND AND CRUSHED LIMESTONE FOR REAGENTLESS PRESSURE FILTER FOR DRINKING WATER TREATMENT**

Installed higher efficiency use of crushed limestone as a filter loading in reagentless pressure filters. To reduce the smell of the water recommended additional processing filters with birch activated carbon.

**Pivovarov A., Pichhidze S., Elenkova T., Osipova E., Myktarov O., Gorshkov N. POSSIBLE CATIONIC SUBSTITUTION IN BIOLOGICAL CALCIUM HYDROXYAPATITE**

In this paper a study of partial cationic substitution of Ca in the biological hydroxyapatite calcium copper and iron.

**Saveleva E.A., Dikun M.P. INTEGRATED WASTE DISPOSAL COPPER-CONTAINING ETCHING SOLUTION**

A systematic study of the influence of various factors (the material and the area of the cathode, electrolyte concentration, current density per pulse, time) on the recovery of copper cations from the spent electrolyte etching copper alloys. Optimal conditions for post-treatment of dilute solutions in pulsed and stationary modes in model electrolyte (sulfuric acid and nitric acid solutions of copper). The complex technology of regeneration of pickling solutions of copper cations and the possibility of anodizing aluminum alloys in these solutions.

**Shibeka L.A. THE USE OF SORPTION MATERIALS IN WASTEWATER TREATMENT PROCESSES GENERATED DURING DYEING**

The results of determining the efficiency of sewage treatment from dyes using polyelectrolyte complexes. It is shown that the shredded waste resins and sodium lignosulfonates may find use as sorption material in the practice of wastewater generated during dyeing.

**WORKSHOP 4  
PROTECTED NATURAL AREAS AS CONTROL IN ENVIRONMENTAL MONITORING  
OF ANTHROPOGENICALLY DAMAGED TERRITORIES**

**Belyachenko A.A., Belyachenko A.V. MAPPING STUDIES METHODS IN CASE OF STUDYING THE «SARATOVSKI» RESERVE AVIFAUNA**

The most simple methods of computer processing and visualization of environmental information are addressed in the article. Basic steps to building a vector map of species distribution are described. Some areas with the largest and smallest bird biodiversity within the reserve are highlighted in the course of the study.

**Gorokhova O.G. PHYTOPLANKTON IN LAKES OF PROTECTED TERRITORIES OF SAMARA REGION AS CRITERION ASSESSMENT OF WATER OBJECTS OF THE REGION**

Are some of the characteristics of phytoplankton communities reservoirs protected areas of the Samara region, and information on finding them rare species of algae.

**Davidenko O.N. TO THE QUESTION OF CONSERVATION OF THE UNIQUE HALOPHYTIC VEGETATION OF THE SARATOV REGION**

In this article the halophytic vegetation characteristic of three unique for the Saratov region territories is considered. The information about vegetation composition, structure and rare plants species is provided. The environmental significance of each territory is evaluated and the recommendations for inclusion it's in the new integrated natural monuments of the region are given.

**Drozdova I.V., Alexeeva-Popova N.V., Belyaeva A.I. THE LEVEL OF HEAVY METALS IN THE PLANT-SOIL SYSTEM OF SOME NATURAL PROTECTED TERRITORIES OF SAINT PETERSBURG AND LENINGRAD REGION**

Determinations of Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Cd, Pb, Cr levels in higher vascular plants, bryophytes and soils of four natural protected territories of Saint Petersburg were conducted. Advantage of the use of bryophytes for the estimation of environment contamination level with heavy metals, especially Fe, Pb, Ni, Cu, Co was shown. It is set that a most ecologically clean territory according accumulation level of heavy metals in plants and soils is Gladyshevsky zakaznik, so this level is possible to consider as a regional background.

**Klevtsova M.A., Yakunin A.I. THE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF PLANTATIONS OF *PINUS SYLVESTRIS* L. IN PROTECTED AREAS**

The article discusses the environmental assessment of Scots pine plantations in the Voronezh Biosphere Reserve. The study used the method for monitoring forests of the European part of Russia on the program ICP-Forests (the method UNECE).

**Krasnobaeva S.Y. PICEA STANDS OF PROTECTED AREAS IN TATARSTAN REPUBLIC**

The article presents results of investigation of *Picea* stands in nature preserve and particularly protected territories in Tatarstan. Natural mixed stands without any forestry measures within last 10 years and experimental sites of gradual 2,3 - step cuttings on selective-ecological base are found to be etalons in sanitary state and silvicultural parameters.

**Muracheva L.S., Morzikova M.A. AGROECOLOGICAL ASPECTS OF RECONSTRUCTION OF GARDENING OF THE LANDSCAPE RESORT OF SVETLOGORSK**

In article results of researches of soil-ecological conditions and selection of corresponding plants for gardening in a Svetlogorsk are resulted

**Nevskiy S.A., Davidenko O.N. THE SOIL AND VEGETATION OF NATURAL MONUMENT «NIZHNE-BANNOVSKIY»**

This article provides information about the features of soils and vegetation natural monument of «Nizhne-Bannovskij» in Saratov region. The basic patterns of vegetation cover change in the conditions of the relief are considered.

**Polikanov S.N., Boldyrev V.A. STAND PINE PHYTOMASS OF NATION PARK «CHVALYNSKY»**

In this article some results of stock phytomass of pure and mixed pine phytocenoses of nation park «Chvalynsky» are presented.

**Serova L.A., Belyachenko A.A. ARBORETUMS AS SOURCES OF NEW PLANT SPECIES AT PROTECTED NATURAL AREAS**

The publication presents the adventives flora analysis of Khvalynsky National Park. Penetration ways for new species are reviewed, and recommendations are made in respect to the placement of arboretums within the boundaries of protected natural areas as well as to the species list of arboretum trees and shrubs.

**Suleymanova Guzel SEASONAL DEVELOPMENT OF VEGETATION AND RECREATIONAL USE PLANT'S COMMUNITIES IN KHVALYNSKY NATIONAL PARK**

The article contain analysis the seasonal development of plants in various phytocenoses National Park «Khvalynsky» Saratov region. Aspect is the appearance phytocenosis in different seasons. Seasonal aspects described during of vegetative period. The types of plants – aspektants of up season of spring, summer and au-



turn seasons. The classification of aspects. Classification criteria – its timing, duration of flowering, the way of aspectation. Developed periodization of the year or calendar of the nature of planning for tourism activities (for the organization of tourist trips in the National Park) into periods of the year based on the seasonal timing of flowering. Periodization of the year consists of 16 periods. Unlike periods apart – aspects flowering plants. Visitors can use the calendar nature trails national park in different seasons.

**Khujanazarov U.E., Islomov I.N. THE MODERN CONDITION OF PASTURE OF UPPER PART OF KASHKADARYA BASIN**

In the article the estimation of vegetation transformations of the upper part of Kashkadarya river basin was considered. As a result among pasture species are observed the spreading weed unsuitable for livestock of poor quality in fodder respect of plants. The observation is one of the factors, valuing and being indicative of the process that in explored territory the desertification is increasing.

**Shkundina F.B. THE MICROPHYTOBENTOS OF RIVER USOLKA AS BENCHMARK OBJECT WHEN DEVELOPING MEASURES FOR THE PROTECTION OF MINERAL WATERS OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN**

Compared the microphytobenthos of river Usolka in 2002 and 2014. Shows the disappearance of rare species.

**WORKSHOP 5**  
**MONITORING ISSUES AND THE CONSERVATION OF BIOLOGICAL DIVERSITY**  
**ANTHROPOGENICALLY DAMAGED TERRITORIES**

**Banar S.A., Gorskaya V.A. USE MACROPHYTES FOR MONITORING OF ECOLOGICAL STATE OF ST. PETERSBURG'S PONDS**

We analyzed the content of trace elements (Fe, Mn, Zn, Cu, Sr, Rb) in a range of higher aquatic plants of some ponds of St. Petersburg. We showed the characteristics of biogeochemical features of macrophytes (*Carex acuta* L., *Potamogeton perfoliatus* L., *Scirpus sylvaticus* L.) growing in the studied lakes. The obtained data regarding the content of trace elements in the investigated macrophytes are compared to element compound of the aquatic plants of lakes of the Leningrad region.

**Berlin N.G. STRUCTURE AND VERTICAL DISTRIBUTION OF ABOVEGROUND PHYTOMASS OF MODEL TREES IN SHELTER FOREST BELTS ON THE SOUTHERN BLACK**

In the article the results of research on the structure and vertical distribution of aboveground phytomass of model trees in shelter forest belts.

**Bondarenko M.S., Lyanguzova I.V. CHANGES IN THE STRUCTURE OF PHYTOMASS LOWER TIERS OF PINE LICHEN-GREEN MOSS FOREST IN FIELD EXPERIMENT ON CONTAMINATION OF SOIL BY POLYMETALLIC DUST**

The results of experimental studies devoted to changes in the phytomass structure of the lower tiers of lichen - green moss pine forest of the Kola Peninsula under experimental conditions of soil pollution by polymetallic dust show that with the increase in the contamination level of the upper organic horizon of soil by heavy metals (technogenic load index ranging from 2.0 to 45.5 rel. units) the total phytomass of ground cover is reduced by 15.1 times.

**Gashkova L.P. EFFECT OF ATMOSPHERIC EMISSIONS CITY OF TOMSK AND SEVERSK ON ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN BOG PLANTS**

This article is assessed the impact of technogenic emissions of the cities Tomsk and Seversk on the accumulation of heavy metals by sphagnum mosses. We have determined the content of Zn, Cu, Cd and Pb in *Sphagnum fuscum*, collected on the bogs around the cities, and in the background area, located far from the cities. Analyzed the facts we have found the highest levels have been recorded north of the city, in the direction of the prevailing winds, and lower in samples from the western suburbs and background areas. The difference in the content of heavy metals between the northern area and located far from the city area ranges from two to one hundred times.

**Gorbunova E.V., Gorbunov D.E. GROUND COVER DIGRESSION IN THE PARK IN SARATOV**

Study of the composition of herbage and digression in the parks of the city of Saratov. Digression definition comparing plots and undisturbed areas of vegetation.

**Dorofeev Yu.V., Evsyunin A.A. GROUND BEETLES OF THE TRIBE CARABINI (COLEOPTERA, CARABIDAE) IN THE URBANIZED LANDSCAPES OF TULA REGION**

Survey of ground beetles of the tribe Carabini of Tula region is given. Analysis of frequency of occurrence and biotope distribution of ground beetles of *Calosoma* and *Carabus* genera in the urbanized landscapes of the region was carried out.

**Egorova A.G., Zhigileva O.N. PHENOTYPIC AND GENOTYPIC VARIABILITY OF THE PERCH *PERCA FLUVIATILIS* IN POLLUTED WATER OF NADYM REGION**

A high level of genetic variability in the perch *Perca fluviatilis* from the river Nadymand the lake Yantarnoye was detected. Nei's genetic diversity was 0.24-0.29, the proportion of polymorphic ISSR-bands – 85.7%. Fluctuating asymmetry index was high – 0.43. This suggests that the ecological status of water bodies significantly deviates from the norm. More than 92% of the fish in the river, and 95% of the fish in the lake were asymmetrical. We found 12 types of the coloration in the perch (A, B, C, D, E, G, H, K, M, P, S, U). Types B (31%) and A (17%) were more frequent in the river, type S (25%) was most common in the lake.

**Zaigralova G.N. THE CONDITION OF WOODY PLANTS BOULEVARDS SARATOV CITY**

Provides a range of woody plants and is characterized by their living condition.

**Zyabirova M.M., Sergeeva I.V., Shevchenko E.N. THE STUDY OF PHYTODIVERSITY IN FALLOW LANDS RIGHT BANK OF THE SARATOV REGION**

The article highlights the results of floristic research of the fallow lands of the different age of the right Bank of the Saratov region. Given brief taxonomy, biomorphological and ecological characteristics of fallow lands. Discusses economic groups of plants. Listed protected species of plants.

**Ivanchina N.V., Farrakhova F.R., Garipova S.R. THE PROBLEM OF COLIFORMS DETECTION IN SANITARY-BACTERIOLOGICAL WATER MONITORING**

The main cause of outbreaks in the water quality monitoring is using of indicators TC «total coliforms» and TTC «thermotolerant coliforms» which don't demonstrate the real epidemic danger. The reason for this discrepancy is the exclusion of pathogenic *Enterobacteriaceae* species from the analysis, and lack of the lactose utilization activity. More reliable biochemical indicator is the glucose utilization activity, which is common to all species of the family *Enterobacteriaceae*.

**Ilyina N.A., Fufaeva T.V., Kazakova N.A., Karpeeva E.A. THE INFLUENCE OF THE POLLUTANT (PHENOL AND XYLOL) ON SOIL MICROORGANISMS**

The study results of the influence of different phenol and xylool doses on the soil microorganisms complex (mold fungi, actinomycetes, heterotrophic bacteria) are introduced in the article.

**Lobkova G.V. STUDY THE EFFECTS OF ACETATES  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$  ON CELL STRUCTURES**

We studied the action of different concentrations of acetate  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$  indicators on cytological plants *T. tenuifolia* and *L. minor*, *E. sanadensis*. It was found that the investigated metals contribute to a change in the size of the cell nucleus, can slow down or speed phototaxis influence on the formation of plastid acetate  $Ni^{2+}$  at certain concentrations affect the mitotic apparatus, causing the formation of micronucleus.

**Lukina N.V., Filimonova E.I., Glazyrina M.A., Chibrik T.S. SOME FEATURES OF BIOLOGICAL DIVERSITY RESTORATION IN TECHNOGENIC ECOSYSTEMS OF URAL**

The results of biodiversity restoration study of forest communities that formed on disturbed lands in the Urals are presents in the article. The formation of forest communities on mining dumps occurs more slowly than in the ash dumps. Increase in the number of species depends on the zonal-climatic conditions and the properties of the substrate. In plant communities formed in industrial dumps found 8 species Orchidaceae. The forest communities in industrial dumps contain a high proportion of meadow and ruderal species.

**Morozov N.S., Khudyakov V.V. MONITORING BIRD POPULATIONS IN URBANIZED LANDSCAPES: GOALS AND SPECIFIC PROBLEMS**

In the last decades, the importance of monitoring wild animal populations and ecological communities in urban and urbanizing areas increased globally since they became one of the fastest growing land-use types. Ecologists focused major attention on two concepts related with urban development which are known as biotic homogenization and synurb(an)ization. In this presentation, we discuss some aims and problems of monitoring bird populations in urban and suburban landscapes.

**Mufazdalova G.H., Kabanov S.V. RENEWAL OF INVASIVE TREE SPECIES IN THE PLANT COMMUNITIES OF THE NATURAL PARK «KUMYSNAYA POLYANA»**

The result of studying of renewal of invasive tree species in suburban forests of Saratov is summed up

**Nemertsalov V.V., Kovalenko S.G., Vasylyeva T.V. DYNAMICS OF LIANA'S DIVERSITY AS MESOFITISATION INDEX IN ODESSA' FLORA**

There were analyzed 38 species of Odessa' flora lianas from 19 genus and 16 families. The most quantity of species – 22 there are in city' plantations single, 8 – now and then, 7 – frequently and only 1 species – mass. From city' foundation are well known 4 liana' species: *Clematis vitalba*, *Humulus lupulus*, *Vincetoxicum*, *Vitis vinifera*. There were appeared in XIX cent. 10 species, another – in XX cent. and 15% from all species – in it last ten years. The most quantity of lianas come from enough humid region of Earth. Therefore, the growing of liana species quantity in city may be indirect index of mesofitisation.

**Ostrovsky O.A., Natykanets V.V., Yakovets N.N., Kozulin A.V., Pareiko O.A. EXPERIENCE OF THE USE OF ARTIFICIAL NESTING SITES FOR MALLARDS *ANAS PLATYRHYNCHOS* IN THE URBAN ENVIRONMENT**

Experience in the use of the nest-boxes for Mallard *Anas platyrhynchos* in the urban environment. It is described the experience of using the nest-boxes for Mallard on the reservoir in Minsk for 2008-2009. The nest-boxes may be effective for such species as Mallard under anthropogenic stress and lack of nest sites.

**Psarev A.M., Ereemeev E.A., Zinchenko V.K. EPIGEIC COLEOPTERA OF THE CITY WOODS OF BIYSK**

Fauna of the epigeic beetles of the city woods of the second-large city of Altai Krai – Biysk was studied. Fragments of the pines woods and mixed woods by were sampled with pitfall traps. 96 types from 11 families (Carabidae, Silphidae, Staphylinidae, Histeridae, Dermestidae, Nitidulidae, Trogidae, Cholevinidae, Scarabaeidae, Elateridae, Hydrophilidae) are collected. The number of species are more in the pine wood, than in the mixed wood. The species richness decreases depending on extent of anthropogenic transformation of the territory, the number of certain species along with it increases.

**Semenova I.N., Kuzhina G.Sh., Singizova G.Sh., Buranbaeva R.S. ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN PLANTS AROUND EAST - SEMENOVSKY DEPOSITS OF GOLD-COPPER-ZINC ORES (REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN)**

The article presents the data on the content of heavy metals (Cu, Zn, Cd) in soils and plants near the gold-copper-zinc deposit. Cu content in all the studied sample plots did not exceed the permissible norms. The concentration of Zn and Cd was higher than the maximum allowable concentration in most soil samples. It is noted pollution of *Achillea millefolium* Cd. Cu and Zn content was higher in roots compared with inflorescences.

**Surovtseva O.V. RETROSPECTIVE ANALYSIS OF SNOW COVER CONTAMINATION WITH HEAVY METALS IN THE CITY OF SARATOV**

This paper examines the results of twenty years observations in the city of Saratov. It considers the changes in the contamination level of snow cover with heavy metals: a sharp decline of soluble forms of metals in the testing area, the preservation of areas of high contamination with insoluble forms of heavy metals.

**Filipechev A.O. SPATIAL DISTRIBUTION OF STONE MARTEN (*MARTES FOINA*) IN THE SARATOV**

On the territory of Saratov stone marten (*Martes foina*) distributed unevenly. Most of the city has not added a predator or used only in certain seasons of the year. The most favorable areas for her were urban parks, cemeteries, old sector alternating multi-storey and single storey buildings, as well as peripherals forest park «Kumysnaya polyana».

**Filipechev A.O. RED FOX (*VULPES VULPES*) NUTRITION IN THE DACHAS OF SARATOV**

The basis of the nutrition of red fox on the territory of suburban arrays of Saratov were small mammals (48.1% BIO). Another important component of the diet were birds (12.4% BIO), carrion (14.3% BIO) and a variety of food waste (10.4% BIO), which the predator got at the city dump. Birds and mammals fox used throughout the year, and the carrion and food waste were most significant for it in the winter.

**Chemarkin D.A., Antonuk A.U., Simonova Z.A. IMPACT OF URBAN ENVIRONMENT ON INVERTASE ACTIVITY IN LEAVES OF TREES: THE CASE-STUDY OF SARATOV**

Invertase activity in leaves of Pyramid Poplar was studied. Trees grew in the areas of the city with different degrees of anthropogenic impact. Low invertase activity was installed in trees in the city. Closest value to the control region had a poplar from recreational areas of the city. The smallest enzyme activity had trees grow-

ing near large industrial enterprises of Saratov. The inhibition of invertase was noted in areas with high concentrations of heavy metals.

**Yagafarova G.A. FEATURES OF BIOLOGICAL ACCUMULATION OF COPPER IN THE «SOIL-PLANT» FOR EXAMPLE, ORCHARD DILL**

Study of the distribution of copper in soils and dill in a collective gardens Magnitogorsk is relevant.

# СОДЕРЖАНИЕ

## Секция 1 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБОСИСТЕМ

<b>Алексееенко В.А.</b> Геохимические особенности почв населенных пунктов с различным числом жителей .....	3
<b>Алексееенко В.А.</b> Геохимические особенности почв рекреационно-туристических центров Краснодарского края .....	5
<b>Алексееенко В.А., Власова Е.В.</b> Оценка изменений почв при создании дач в Азово-Черноморском районе .....	9
<b>Аникина Л.М., Судаков В.Л., Удалова О.Р., Шибанов Д.В.</b> Конструирование высокоэффективных корнеобитаемых сред для снижения уровня негативного воздействия на окружающую среду в условиях интенсивной светокультуры .....	11
<b>Бакарасов В.А.</b> Геоэкологическое состояние и проблемы санитарно-защитных зон промышленных предприятий Минска .....	13
<b>Бугеро Н.В., Ильина Н.А.</b> Экологическая оценка эндофлоры кишечника при бластоцистной инвазии лиц, проживающих в городе Санкт-Петербурге .....	16
<b>Валетова Н.Б., Кузнецова Ю.Л., Таранкова О.А., Гераськина Е.В., Новоселов А.С., Ильичев И.С., Смирнов В.Ф., Семенычева Л.Л.</b> Терпинеол как экстрагент, отдушка и бактерицидный препарат при получении рыбного коллагена .....	19
<b>Воробьева Д.Ю., Спрыгина М.М., Щербакова Л.Ф., Шилова Н.А.</b> Оценка влияния тяжелых металлов на почвы города Саратова вблизи дорог .....	21
<b>Галай Е.И., Цвирко Д.И.</b> Динамика плотности выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух крупных городов Беларуси .....	25
<b>Гераськина Е.В., Чухманов Е.П., Мойкин А.А., Семенычева Л.Л.</b> Увеличение ресурса смазочных масел как подход к снижению экологической нагрузки на современные урбосистемы .....	26
<b>Гнездилова В.В., Рубан Д.А.</b> Некоторые экологические проблемы развития туризма в крупных промышленных городах .....	29
<b>Горькова Н.В., Мануйлова Н.Б., Мессинева Е.М.</b> Проблемы рециклинга и переработки изношенных шин .....	31
<b>Гребенюк Г.Н., Ходжаева Г.К.</b> Токсичность нефтяного загрязнения и его воздействия на почвы и растительность .....	34
<b>Елисеева Ю.В., Лавреньева А.И., Елисеев Ю.Ю.</b> Эколого-гигиенические проблемы загрязнения пищевых продуктов: последствия, принципы детоксикации организма .....	37
<b>Ерофеева М.Р., Синегибская А.Д.</b> Исследование уровня загрязнения атмосферного воздуха селитебных территорий г. Братска....	40
<b>Ерофеева М.Р., Федорова С.А.</b> Уровень техногенной нагрузки на урбозкосистемы северных территорий Иркутской об- ласти (на примере г. Братска) .....	42
<b>Жуков В.В., Коньков А.В., Конькова М.Н., Анохина Т.В.</b> Физическое развитие детей как показатель здоровья в условиях экологического неблагополучия .....	45
<b>Ибрагимов А.Х., Гиниятуллин Р.Х.</b> Стерлитамакский промышленный центр: характеристика относительного жизненного состояния древесных насаждений парка им. Гагарина .....	49

<b>Ковалева Н.Е., Фридрих О.Н.</b>	
Проблемы переработки текстильных отходов швейных предприятий.....	51
<b>Комарова Н.Г.</b>	
Экологически напряженные районы российской Арктики по степени риска уязвимости территорий.....	53
<b>Конькова М.Н., Коньков А.В., Анохина Т.В., Жуков В.В.</b>	
Влияние внешних факторов на заболеваемость ОРВИ детей дошкольного возраста в условиях городской среды.....	56
<b>Коньшина Л.Г.</b>	
Оценка опасности здоровью населения города Карабаш, обусловленной химическим составом питьевой воды .....	60
<b>Кужина Г.Ш., Казакбаева А.З., Семенова И.Н., Ягафарова Г.А.</b>	
Изменчивость содержания тяжелых металлов в ходе очистки жилищно-коммунальных стоков г. Сибай (республика Башкортостан) .....	63
<b>Ларионова Н.А.</b>	
Влияние отвалов фосфогипса на загрязнение поверхностных и подземных вод .....	65
<b>Лысикова О.В.</b>	
Веломобильность как социальный феномен современного города .....	67
<b>Напрасникова Е.В.</b>	
Экологическая оценка почв индустриального города в условиях Сибири.....	71
<b>Нарбут Н.А., Мирзеханова З.Г.</b>	
Рекомендации по организации открытого пространства городских территорий (на примере Хабаровска) .....	73
<b>Нехорошев А.С., Захаров А.П., Дуннен А.А.</b>	
Эколого-гигиенические и экономические проблемы загрязнения урбанизированных систем при малотоннажной переработке нефти .....	76
<b>Орлов А.А., Мосияш С.А., Шашуловская Е.А., Кураева Т.Г.</b>	
Применение некоторых статистических индексов при оценке качества воды водоисточников.....	78
<b>Рыбка К.Ю., Щеголькова Н.М., Орешников Д.А., Орешникова Н.В., Скрипчинский А.К.</b>	
Пространственная динамика качества воды в открытом фитоочистном сооружении .....	81
<b>Сафронова Л.А., Беляева К.В.</b>	
Некоторые вопросы очистки сточных вод предприятий Саратова .....	83
<b>Сафронова Л.А., Шайденко И.С.</b>	
Вопросы безопасности природных территорий при утилизации и переработке медицинских отходов .....	85
<b>Сафронова Л.А., Шаламанова А.А.</b>	
Оценка воздействия сточных вод ЗАО «Кондитерская фабрика «Саратовская» на гидросферу города Саратова .....	87
<b>Семакина А.В.</b>	
Пространственно-временной анализ загрязненности атмосферного воздуха формальдегидом .....	89
<b>Середа Л.О., Куролап С.А.</b>	
Загрязнение нефтепродуктами почвенного покрова г. Воронежа .....	91
<b>Сидоров М.М., Данилов В.А., Яковлева М.Л.</b>	
Безнадзорные собаки г. Якутска .....	94
<b>Студеникина Е.М.</b>	
Вклад загрязнения атмосферного воздуха промышленного города в формирование заболеваемости детского населения .....	97
<b>Тагирова О.В., Кулагин А.Ю.</b>	
Реакция ассимиляционного аппарата березы повислой ( <i>Betula pendula</i> Roth.) на загрязнение окружающей среды выбросами медеплавильного завода (г. Карабаш, Челябинская область) .....	100
<b>Танасова А.С., Зайцев И.В.</b>	
Сравнительный анализ содержания микроэлементов в воде Нижней Волги и желудочно-кишечном тракте жителей г. Астрахани .....	104

<b>Таранкова О.А., Гераськина Е.В., Кузнецова Ю.Л., Валетова Н.Б., Семенычева Л.Л.</b> Отходы пищевой рыбной промышленности как источник косметического коллагена .....	106
<b>Таций Ю.Г., Моисеенко Т.И., Гашкина Н.А.</b> Биогеохимическая индикация техногенных провинций и микроэлементозов у населения индустриально развитых регионов .....	108
<b>Тилляходжаева З.Д.</b> Водоисточники, анализ содержания химических элементов и их негативное влияние на состояния здоровья населения .....	111
<b>Туйчиева М.А., Джураев Н.М., Ёдгоров Ш.И., Артиков Ф.Р.</b> Опыт оценки комплексного геологического риска для территории г. Карши с целью расчета сейсмического риска.....	116
<b>Туйчиева М.А., Джураев Н.М., Ёдгоров Ш.И., Артиков Ф.Р.</b> Особенности формирования природно-техногенных изменений геоэкологических условий урбанизированных территорий Узбекистана .....	118
<b>Усачева Л.Н., Дудчик Н.В., Воротницкая М.Ю.</b> Экологические проблемы устойчивости стафилококков к антибиотикам .....	120
<b>Ходжаева Г.К.</b> Экологические проблемы на нефтепроводах Нижневартовского района .....	122
<b>Чашина Е.В., Ашихмина Т.Я.</b> Фитотоксичность тяжелых металлов в почве при наличии азотного загрязнения.....	125
<b>Шагидуллин А.Р., Шагидуллина Р.А., Шагидуллин Р.Р.</b> Метод регулирования промышленных выбросов в атмосферу на основе расчета квот приземных концентраций вредных веществ.....	128
<b>Шульгина Ю.Е., Никулина Н.С., Никулин С.С.</b> Снижение загрязнения сточных вод промышленности синтетического каучука с применением магнитных полей различной интенсивности .....	130
<b>Яшков И.А., Иванов А.В., Виноградова Т.Н.</b> Влияние урбанизации на эколого-геоморфологическое состояние овражно-балочной се- ти (на примере урбосистем Среднего и Нижнего Поволжья) .....	132

## Секция 2

### РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

<b>Амангалиева В.А., Плешакова Е.В.</b> Оценка гидрофобно-гидрофильных свойств бактерий, изолированных из буровых шламов, их эмульгирующей активности по отношению к нефтепродуктам .....	135
<b>Арчегова И.Б., Кузнецова Е.Г., Панюков А.Н., Лиханова И.А.</b> Экологические приемы восстановления природного равновесия на посттехногенных территориях в условиях Севера.....	137
<b>Ахмедова И.Д., Удовиченко Т.И.</b> Скрининг дереворазрушающих базидиальных грибов, выделенных на антропогенных территориях г. Баку Азербайджанской Республики, используемых для биотехнологических процессов.....	140
<b>Баджурак Н.А.</b> Антропогенное изменение биоценозов в пойме реки Урал .....	142
<b>Васильева Т.Н.</b> Фиторемедиаторы города Оренбурга.....	145
<b>Веденеева Н.В., Тихомирова Е.И., Нечаева О.В., Вакараева М.М.</b> Использование комплекса тест-объектов для определения токсичности наноструктури- рованного полимера.....	147
<b>Волгина Т.Н., Федорова О.Ю.</b> Обезвреживание некондиционных лекарственных средств.....	150
<b>Воропаева Н.Л., Ткачев А.Г., Гусев А.А., Варламов В.П., Карпачев В.В., Фиговский О.Л.</b> (Нано)чипы с элिसиторной активностью для предотвращения дополнительной химиче- ской нагрузки на экосистемы .....	152

<b>Гарипова С.Р., Захарова А.А., Зайнетдинова А.Т., Юзжаева Э.Р.</b>	
Проект ботанического сада в рекультивируемом карьере Шахта в республике Башкортостан .....	154
<b>Ганеев И.Г., Зиганшин З.У.</b>	
Результаты экспериментально-полевых работ по проращиванию семян древесно-кустарниковых растений на нефтезагрязненных почвогрунтах.....	157
<b>Гольнев Д.С., Жутов А.С., Рогачева С.М.</b>	
Изучение возможности фиторемедиации антропогенно нарушенных водоемов.....	
<b>Захарова О.В., Гусев А.А., Сенатова С.И., Чупрунов К.О., Кузнецов Д.В.</b>	
Биотехнологические подходы к утилизации высокодисперсных металлургических отходов ....	162
<b>Захарченко М.Ю., Мельников И.Н., Кайргалиев Д.В., Пичхидзе С.Я.</b>	
Хроматографический анализ хлорированных ксенобиотиков .....	164
<b>Кирей В.А., Юхневич Г.Г.</b>	
Микробиологический состав активного ила аэротенков городских очистных сооружений при его обработке сульфатом марганца .....	166
<b>Коваль Е.В., Огородникова С.Ю.</b>	
Оценка протекторных свойств биоплёнок цианобактерий на растения ячменя при действии метилфосфоновой кислоты.....	168
<b>Коробов В.В., Сагитова А.И., Гаврильченко А.Г., Стариков С.Н., Гафаров Р.Ф.</b>	
Бактерии-деструкторы фенола и его производных для реабилитации техногенной экоси- стемы нефтехимического производства.....	171
<b>Косарев А.В., Добролюбова Т.А.</b>	
Основные факторы экологичности материалов на основе сетчатых полимеров.....	175
<b>Косарев А.В., Студенцов В.Н.</b>	
Кинетические факторы экологической безопасности отверждения фенолформальдегид- ной смолы.....	176
<b>Кошелев А.В., Головкин В.Ф., Богоявленская Ю.С., Суровцев В.В., Корольков М.В.</b>	
Комплексная санация техногенного грунта при ликвидации накопленного экологического ущерба .....	178
<b>Кузурбаева З.Р., Назаров В.А.</b>	
Эффективность применения органо-минерального гуминового препарата гумипит на посевах подсолнечника .....	181
<b>Курочкина Г.Н.</b>	
Технология утилизации токсичных отходов производства капролактама для получения полимерных антикоррозионных экологически безопасных покрытий.....	183
<b>Мельников И.Н., Кайргалиев Д.В., Ермошин А.Г., Пичхидзе С.Я.</b>	
Жидкостная хроматография полициклических ароматических углеводородов.....	185
<b>Мухин В.М., Воропаева Н.Л., Горшкова Э.К., Манаенков С.И., Харламов С.А., Карпачев В.В.</b>	
Активные угли из ежегодно возобновляемых растительных отходов для предотвращения экологических угроз биосфере .....	187
<b>Мухин В.М., Воропаева Н.Л., Горшков В.И., Тыньо Я.Я., Коновалова А.И., Карпачев В.В.</b>	
Активные угли из ежегодно возобновляемых растительных отходов для производства экологически безопасной или чистой продукции .....	188
<b>Нешко А.А., Крючкова Е.В., Турковская О.В.</b>	
Влияние бактериальной инокуляции на биометрические показатели <i>Medicago sativa</i> L. в условиях комплексного загрязнения глифосатом и катионами $\text{Cu}^{2+}$ и $\text{Cd}^{2+}$ .....	190
<b>Низовцев В.А., Мироненко И.В., Логунова Ю.В., Кочуров Б.И., Костовска С.К., Эрман Н.М.</b>	
Оценка ландшафтного потенциала Москвы для обоснования территориального планирования города .....	192
<b>Ольшанская Л.Н., Собгайда Н.А., Булкина Л.А.</b>	
Фиторемедиационные технологии в защите гидросферы.....	195
<b>Плешакова Е.В., Беляков А.Ю., Амангалиева В.А.</b>	
Перспективы использования бактерий, выделенных из буровых шламов, на основе изу- чения их эколого-функциональных свойств .....	198
<b>Синявина Н.Г., Аникина Л.М., Мирская Г.В.</b>	201



Первичный почвообразовательный процесс при выращивании растений в регулируемой агроэкосистеме .....	
<b>Титоренко О.В., Ольшанская Л.Н., Еремеева Ю.В., Новикова К.А.</b>	
Влияние концентрации нефтепродуктов и постоянного магнитного поля на рост и развитие растений .....	204
<b>Филиппчева Ю.А., Шумилова Е.М., Шелудько А.В., Кацы Е.И.</b>	
Биополимеры матрикса, стабилизирующие биопленки бактерий <i>Azospirillum brasilense</i> .....	206
<b>Шаматульская Е.В.</b>	
Антропогенная трансформация ландшафтов Белорусского Поозерья .....	208
<b>Шевердяев О.Н., Приб А.С.</b>	
Переработка золошлаковой смеси из золоотвала .....	210
<b>Шумилова Е.М., Филиппчева Ю.А., Пономарева Е.Г., Ковтунов Е.А., Петрова Л.П., Шелудько А.В., Кацы Е.И.</b>	
Участие жгутиков в процессе формирования биопленок бактериями <i>Azospirillum brasilense</i> .....	213

### Секция 3

#### АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОБОСНОВАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СОРБЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

<b>Безуглова О.С., Шимко А.Е.</b>	
Использование сорбентов для детоксикации почв, загрязненных тяжелыми металлами .....	216
<b>Береда Н.Н., Чугунов Е.А., Янченко М.С.</b>	
Выбор оптимальных конструкций и типов строения ферментаторов .....	218
<b>Бухарова Е.А., Татаринцева Е.А., Ольшанская Л.Н.</b>	
Сравнительный анализ таблетированных сорбентов на основе терморасширенного и окисленного графита .....	221
<b>Веденеева Н.В., Тихомирова Е.И., Абдюшитова В.Р., Подольский А.Л.</b>	
Использование фильтрующей комбинированной загрузки для очистки и обеззараживания загрязненных вод прудов .....	224
<b>Заматырина В.А., Кошелев А.В., Тихомирова Е.И., Атаманова О.В., Бобырев С.В.</b>	
Технология получения гранулированного сорбента на основе модифицированного органобентонита .....	227
<b>Никитина Н.В., Казаринов И.А., Тыщицкая К.А., Мельникова Л.Н.</b>	
Модифицирование сорбентов на основе бентонита полигидроксокаталионами металлов методом соосаждения .....	229
<b>Олонцев В.Ф., Белоусов К.С., Сазонова Е.А.</b>	
Производство и применение нанопористых углеродных адсорбентов для современных отраслей экономики .....	232
<b>Орлов А.А., Мосияш С.А.</b>	
Сравнительная гигиеническая оценка использования песка и дробленого керамзита для безреагентного напорного фильтра очистки питьевой воды .....	234
<b>Пивоваров А.В., Пичхидзе С.Я., Еленкова Т.В., Осипова Е.О., Муктаров О.Д., Горшков Н.В.</b>	
Возможность катионного замещения в биологическом гидроксипатите кальция .....	237
<b>Савельева Е.А., Дикун М.П.</b>	
Комплексная утилизация отработанных медьсодержащих растворов травления .....	239
<b>Шибка Л.А.</b>	
Использование сорбционных материалов в процессах очистки сточных вод, образующихся при окраске тканей .....	240

### Секция 4

#### ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ КАК КОНТРОЛЬ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

<b>Беляченко А.А., Беляченко А.В.</b>	
Применение методов картографирования в исследованиях орнитофауны заказника «Саратовский» .....	244

<b>Горохова О.Г.</b>	
Фитопланктон водоёмов охраняемых территорий Самарской области как эталонных при оценке состояния водных объектов региона .....	247
<b>Давиденко О.Н.</b>	
К вопросу о сохранении уникальной галофильной растительности Саратовской области ....	250
<b>Дроздова И.В., Алексеева-Попова Н.В., Беляева А.И.</b>	
Уровень содержания тяжелых металлов в системе почва-растение некоторых особо охраняемых природных территорий г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области .....	251
<b>Клевцова М.А., Якунин А.И.</b>	
Экологическая оценка насаждений сосны обыкновенной ( <i>Pinus sylvestris</i> L.) на заповедных территориях .....	254
<b>Краснобаева С.Ю.</b>	
Состояние еловых насаждений особо охраняемых природных территорий Республики Татарстан.....	257
<b>Мурачёва Л.С., Моржикова М.А.</b>	
Агроэкологические аспекты реконструкции озеленения ландшафтного курорта г. Светлогорска.....	259
<b>Невский С.А., Давиденко О.Н.</b>	
Почвы и растительность памятника природы «Нижне-Банновский» .....	263
<b>Поликанов С.Н., Болдырев В.А.</b>	
Фитомасса древостоев сосны обыкновенной в национальном парке «Хвалынский» .....	265
<b>Серова Л.А., Беляченко А.А.</b>	
Дендропарки как источники новых видов растений на особо охраняемых природных территориях....	267
<b>Сулейманова Г.Ф.</b>	
Сезонное развитие растительности и рекреационное использование фитоценозов национального парка «Хвалынский» .....	271
<b>Хужаназаров У.Э., Исломов И.Н.</b>	
Современное состояние пастбищ верхнего пояса Кашкадарьинского бассейна .....	279
<b>Шкундина Ф.Б.</b>	
Микрофитобентос р. Усолки как эталонного объекта при разработке мероприятий по охране минеральных вод республики Башкортостан .....	282

## Секция 5

### ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА И СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

<b>Банарь С.А., Горская В.А.</b>	
Использование макрофитов для мониторинга экологического состояния водоемов Санкт-Петербурга .....	284
<b>Берлин Н.Г.</b>	
Строение и вертикальное распределение надземной фитомассы модельных деревьев в полевых защитных лесных полосах на южных черноземах .....	286
<b>Бондаренко М.С., Лянгузова И.В.</b>	
Изменение структуры фитомассы нижних ярусов сосняка лишайниково-зеленомошного в условиях полевого эксперимента по загрязнению почвы полиметаллической пылью .....	288
<b>Гашкова Л.П.</b>	
Влияние атмосферных выбросов городов Томска и Северска на накопление тяжёлых металлов растениями верховых болот.....	291
<b>Горбунова Е.В., Горбунов Д.Е.</b>	
Дигрессия напочвенного покрова парков г. Саратова .....	293
<b>Дорофеев Ю.В., Евсюнин А.А.</b>	
Жужелицы трибы Carabini (Coleoptera, Carabidae) в урболандшафтах Тульской области ....	295
<b>Егорова А.Г., Жигилева О.Н.</b>	
Фенотипическое и генотипическое разнообразие окуня <i>Perca fluviatilis</i> в загрязненных водоемах Надымского района .....	298
<b>Заигралова Г.Н.</b>	
Состояние древесных растений бульваров города Саратова .....	300
<b>Зябирова М.М., Сергеева И.В., Шевченко Е.Н.</b>	
Изучение фиторазнообразия на залежных землях Правобережья Саратовской области .....	303

<b>Иванчина Н.В., Фаррахова Ф.Р., Гарипова С.Р.</b> Проблемы выявления колиформных бактерий в санитарно-бактериологическом мониторинге воды.....	305
<b>Ильина Н.А., Фуфаева Т.В., Казакова Н.А., Карпеева Е.А.</b> Влияние загрязнителя (фенол и ксилол) на почвенные микроорганизмы.....	307
<b>Лобкова Г.В.</b> Изучение воздействия ацетатов $Ni^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Cu^{2+}$ , $Pb^{2+}$ на клеточные структуры.....	309
<b>Лукина Н.В., Филимонова Е.И., Глазырина М.А., Чибрик Т.С.</b> Некоторые особенности восстановления биологического разнообразия в техногенных экосистемах Урала.....	311
<b>Морозов Н.С., Худяков В.В.</b> Мониторинг параметров популяций птиц в урбанизированных ландшафтах: задачи и специфика.....	314
<b>Мустафаева М., Уракова М., Саидкулова М.</b> Природный состав и сезонная смена водорослей очистительных сооружений прудов г. Бухары.....	316
<b>Мустафаева М., Уракова М., Саидкулова М.</b> Экофлористический анализ фитопланктонов в водоемах г. Бухары .....	320
<b>Мустафаева М., Халимова Ш., Хамрокулова Н.</b> Сезонная динамика фитопланктона биологических прудов очистных сооружений г. Бухары.....	323
<b>Мустафаева М.И., Шаропова Ш.</b> Биологическая очистка стоков г. Бухары.....	325
<b>Муфаздалова Г.Х., Кабанов С.В.</b> Возобновление инвазивных древесных пород в фитоценозах природного парка «Кумысная поляна».....	329
<b>Немерцалов В.В., Коваленко С.Г., Васильева Т.В.</b> Динамика разнообразия лиан как показатель мезофитизации флоры Одессы.....	331
<b>Островский О.А., Натыканец В.В., Яковец Н.Н., Козулин А.В., Парейко О.А.</b> Опыт использования искусственных гнездовий для кряквы <i>Anas platyrhynchos</i> в условиях городской среды.....	335
<b>Псарев А.М., Еремеев Е.А., Зинченко В.К.</b> Герпетобионтные жесткокрылые городских лесов Бийска.....	337
<b>Семенова И.Н., Кужина Г.Ш., Сингизова Г.Ш., Буранбаева Р.С.</b> Аккумуляция тяжелых металлов в растениях в окрестностях Восточно-Семеновского месторождения золото-медно-цинковых руд (республика Башкортостан) .....	339
<b>Суровцева О.В.</b> Ретроспективный анализ загрязнения снегового покрова территории г. Саратова тяжелыми металлами.....	341
<b>Филипьев А.О.</b> Пространственное распределение каменной куницы ( <i>Martes foina</i> ) на территории г. Саратова .....	342
<b>Филипьев А.О.</b> Питание обыкновенной лисицы ( <i>Vulpes vulpes</i> ) на территории дачных массивов г. Саратова .....	345
<b>Чемаркин Д.А., Антонюк А.Ю., Симонова З.А.</b> Влияние факторов городской среды на активность инвертазы в листьях древесных растений (на примере г. Саратова).....	347
<b>Ягафарова Г.А.</b> Особенности биологического накопления меди в системе «почва – растение» на примере укропа огородного.....	350

Научное издание

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ

Сборник научных трудов  
по материалам 7-й Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием

Часть 1

Под редакцией д-ра биол. наук, проф. Е.И. Тихомировой

Ответственный за выпуск канд. биол. наук, доцент А.А. Фомина

Редактор Л.А. Скворцова

Компьютерная верстка Т.В. Семеновой

Подписано в печать 16.03.15

Бум. офсет.

Тираж 100 экз.

Усл. печ. л. 23,5

Заказ 36

Формат 60×84 1/16

Уч.-изд. л. 21,8

С 17

Саратовский государственный технический университет

410054, Саратов, Политехническая ул., 77

Отпечатано в Издательстве СГТУ. 410054, Саратов, Политехническая ул., 77

Тел.: 24-95-70; 99-87-39, e-mail: izdat@sstu.ru