



Решением Президиума ВАК Министерства образования и науки РФ журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых рекомендуется публикация основных результатов диссертационных исследований на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>Захаров В. М., Розенберг Г. С.</b> Экология и устойчивое развитие: региональный контекст . . . . .	3
<b>Розенберг Г. С., Хасаев Г. Р.</b> Двадцать лет устойчивого развития Самарской области . . . . .	5
<b>Кавеленова Л. М., Прохорова Н. В., Головлёв А. А., Розно С. А.</b> Сохранение фиторазнообразия как составная часть стратегии устойчивого развития Самарской области . . . . .	12
<b>Миркин Б. М., Мартыненко В. Б., Ямалов С. М., Мулдашев А. А., Баишева Э. З., Наумова Л. Г., Широких П. С., Баянов А. В.</b> Сохранение биологического разнообразия как задача устойчивого развития: вклад синтаксономии (на примере Республики Башкортостан) . . . . .	21
<b>Рухленко И. А.</b> Разнообразие высших синтаксонов внутриконтинентальной растительности сильно засоленных почв юга России и сопредельных территорий в рамках устойчивого развития и сохранения биоразнообразия . . . . .	31
<b>Сенатор С. А., Саксонов С. В.</b> Красная книга Волжского бассейна в реализации принципов устойчивого развития . . . . .	38
<b>Захаров В. М.</b> Оценка состояния биоразнообразия и здоровья среды . . . . .	50
<b>Трофимов И. Е.</b> Оценка здоровья среды по показателям стабильности развития модельных видов (на примере жуков-мертвоедов) . . . . .	60
<b>Кулагин А. Ю., Тагирова О. В.</b> Экологические аспекты природопользования в Уфимском промышленном центре (Республика Башкортостан) . . . . .	67
<b>Шляхтин Г. В., Беляченко А. В., Мосолова Е. Ю., Табачишин В. Г.</b> Биологическая структура и динамика водно-наземных экотонов верхней зоны Волгоградского водохранилища . . . . .	74
<b>Воронин М. Ю., Танаилова Е. А., Полухина Н. В., Грищенко К. Г., Козулин В. В., Буланова А. А.</b> Экологическое состояние водоёмов в районе объекта по уничтожению химического оружия в пос. Горный Саратовской области . . . . .	82
<b>Селезнёва А. В., Селезнев В. А., Беспалова К. В.</b> Массовое развитие водорослей на водохранилищах р. Волги в условиях маловодья . . . . .	88
<b>Воронин М. Ю., Ермохин М. В.</b> Стабильность сообществ макрозообентоса в водоёме-охладителе Балаковской АЭС . . . . .	97
<b>Розенберг Г. С.</b> Половозрастные пирамиды и устойчивое развитие (размышления над книгой Гуннара Хейнзона) . . . . .	103
<b>Костина Н. В.</b> Экспертная система REGION для оценки изменений состояния социально-эколого-экономических систем Волжского бассейна . . . . .	110
<b>Кузнецова Р. С.</b> Прогнозная модель влияния антропогенной составляющей на первичную биопродуктивность наземных экосистем Волжского бассейна . . . . .	115
<b>Ольшанский А. М., Шиманчик И. П.</b> Развитие эколого-экономических систем в парадигме управления . . . . .	122
<b>Гелашвили Д. Б., Снегирева М. С., Солнцев Л. А., Зазнобина Н. И.</b> Экологическая характеристика Приволжского федерального округа на основе обобщенной функции желательности . . . . .	130
<b>Розенберг А. Г.</b> Оценка экосистемных услуг для территории Самарской области . . . . .	139
<b>Серова О. В., Кулагина А. Ф.</b> Урало-Поволжский регион: природный потенциал территорий и экологические риски в сфере туризма . . . . .	146
<b>Кулагин А. А.</b> Экологическое обоснование круглогодичного использования ландшафтно-природного комплекса горнолыжного центра «Металлург – Магнитогорск» . . . . .	152
<b>Сёмкина Е. В., Розенцвет О. А.</b> Профилактика профессиональных заболеваний у работающих во вредных условиях труда как средство для обеспечения устойчивого развития . . . . .	158

**ХРОНИКА**

<b>Захаров В. М., Розенберг Г. С.</b> Региональный семинар «Волжский бассейн: состояние и перспективы устойчивого развития» . . . . .	165
---	-----



CONTENTS

<b>Zakharov V. M. and Rozenberg G. S.</b> Ecology and sustainable development: a regional context .....	3
<b>Rozenberg G. S. and Khasaev G. R.</b> Twenty years of sustainable development of the Samara region .....	5
<b>Kavelenova L. M., Prokhorova N. V., Golovlyov A. A., and Rozno S. A.</b> Plant diversity conservation as a component of the regional sustainable development strategy of the Samara region .....	12
<b>Mirkin B. M., Martinenko V. B., Yamalov S. M., Muldashev A. A., Baisheva E. Z., Naumova L. G., Shirokih P. S., and Baianov A. V.</b> Biological diversity conservation as a goal of sustainable development: the contribution of syntaxonomy (with Bashkortostan Republic as an example) .....	21
<b>Rukhlenko I. A.</b> Higher syntaxa variety of the inland vegetation of strongly salted soils of Southern Russia and adjacent territories within the framework of sustainable development and biodiversity preservation .....	31
<b>Senator S. A. and Saksonov S. V.</b> Red Book of the Volga basin in implementing the principles of sustainable development .....	38
<b>Zakharov V. M.</b> Biodiversity condition estimation and health of environment .....	50
<b>Trofimov I. E.</b> Environment health assessment by the developmental stability of model species (with a particular reference to burying beetles) .....	60
<b>Kulagin A. Yu. and Tagirova O. V.</b> Environmental aspects of natural resource management in industrial centers of the Republic of Bashkortostan .....	67
<b>Shliakhtin G. V., Beliachenko A. V., Mosolova E. Yu., and Tabachishin V. G.</b> Biological structure and dynamics of the aquatic-ground ecotones of the upper zone of the Volgograd reservoir .....	74
<b>Voronin M. Yu., Tanaylova E. A., Polukhina N. V., Grischenko K. G., Kozulin V. V., and Bulanova A. A.</b> Ecological condition of reservoirs near the chemical weapon destruction object (Gomyi town, Saratov region) .....	82
<b>Selezneva A. V., Seleznev V. A., and Bespalova K. V.</b> Mass seaweed development in the Volga reservoirs when shortage of water .....	88
<b>Voronin M. Yu. and Yermokhin M. V.</b> Stability of macrozoobenthos communities in the water reservoir-cooler of the Balakovo NPS .....	97
<b>Rozenberg G. S.</b> Age-sex pyramids and sustainable development (reflections on Gunnar Heinsohn's book) .....	103
<b>Kostina N. V.</b> REGION expert system for assessment of changes in the conditions of socio-ecological-economic systems of the Volga river basin .....	110
<b>Kuznetsova R. S.</b> A prognostic model of the anthropogenic component influence on the primary productivity of terrestrial ecosystems of the Volga basin .....	115
<b>Olshansky A. M. and Shimanchik I. P.</b> Development of ecological-economical systems within a control paradigm .....	122
<b>Gelashvili D. B., Snegireva M. S., Solntsev L. A., and Zaznobina N. I.</b> Ecological characteristics of the Volga (Privolzhsky) Federal District (Russian Federation) on the basis of generalized desirability function .....	130
<b>Rozenberg A. G.</b> Evaluation of ecosystem services for the territory of Samara region .....	139
<b>Serova O. V. and Kulagina A. F.</b> Ural-Volga region: natural potential of its territories and environmental risks in the sphere of tourism .....	146
<b>Kulagin A. A.</b> Ecological substantiation of the year-round use of the landscape-natural complex of the «Metallurgist-Magnitogorsk» mountain skiing center .....	152
<b>Semina E. V. and Rozentsvet O. A.</b> Preventive measures against occupational (industrial) diseases of workers under hazardous work conditions to support sustainable development .....	158

CHRONICLE

<b>Zakharov V. M. and Rozenberg G. S.</b> Regional seminar: «Volga river basin: its status and perspectives of sustained development» .....	165
---	-----

## **ЭКОЛОГИЯ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ КОНТЕКСТ**

Проблематика устойчивого развития сохраняет свою актуальность уже более 20 лет. Наблюдаемая сегодня новая волна интереса к теме в мире связана с проведением Конференции ООН «Рио+20» в июне 2012 г. в Рио-де-Жанейро, через 20 лет после первой такой конференции, на которой концепция устойчивого развития была провозглашена в качестве основной парадигмы, был принят ряд важных конвенций, включая Конвенцию о биологическом разнообразии.

Успех реализации идей устойчивого развития, прежде всего, определяется научной обоснованностью самой концепции. Если основой для постановки вопроса о необходимости устойчивого развития послужило экологическое обоснование необходимости вписать все возрастающую активность человечества в естественные возможности планеты, то последующее ее развитие, главным образом, было связано с рассмотрением социально-экономической проблематики, что привело к недооценке значимости экологии, оттесняя ее на второй план. Происходящее на этом фоне все большее обострение экологических проблем, представляющих реальную угрозу для выживания и дальнейшего благополучного развития, определяет необходимость вернуться к рассмотрению основ концепции на современном этапе, уделив специальное внимание экологическим аспектам.

Реализация идей устойчивого развития на практике определяется успешностью адаптации концепции применительно к национальным и региональным особенностям. Современные представления об устойчивом развитии различны для разных стран и регионов и, несомненно, будут претерпевать существенные изменения и в дальнейшем. Как показывает практика, недооценка значимости региональной специфики и адаптации общих положений применительно к конкретным условиям ведет к недопониманию их значимости и отсутствию достаточного внимания к проблеме. Это определяет актуальность и принципиальную важность еще одной задачи – специального рассмотрения особенностей реализации концепции устойчивого развития применительно к каждому региону.

В определенной степени существующий сегодня осязаемый пробел в детальном разностороннем рассмотрении региональных моделей устойчивого развития с акцентов на эколого-биологические аспекты проблемы восполняет настоящий выпуск «Поволжского экологического журнала». В нем представлены материалы регионального семинара «Волжский бассейн: состояние и перспективы устойчивого развития» (г. Тольятти, 18 – 19 мая 2012 г.), организованного Институтом экологии Волжского бассейна РАН, Институтом устойчивого развития Общественной палаты Российской Федерации и Самарским государственным экономическим университетом. Постановка этой темы потребовала оценки ситуации и определения перспектив дальнейшего продвижения по пути устойчивого развития, определила необходимость освещения широкого круга вопросов и подходов, включая

экономические и социальные проблемы, вопросы здравоохранения и многие другие, сохраняя акцент на эколого-биологических аспектах устойчивого развития. Такой подход позволил выявить ряд приоритетных направлений и сформулировать предложения для обеспечения распространения и реализации идей устойчивого развития применительно к региональным особенностям.

Задача настоящего выпуска будет выполнена, если представленные в нем материалы будут способствовать как привлечению внимания экологов к рассмотрению вопросов устойчивого развития, так и большему пониманию важности учета экологических аспектов со стороны широкого круга специалистов в области социально-экономических проблем.

Ответственные редакторы выпуска  
чл.-корр. РАН *В. М. Захаров*,  
чл.-корр. РАН *Г. С. Розенберг*

## ДВАДЦАТЬ ЛЕТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. С. Розенберг<sup>1</sup>, Г. Р. Хасаев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Институт экологии Волжского бассейна РАН  
Россия, 445003, Тольятти, Комзина, 10  
E-mail: genarozenberg@yandex.ru*

<sup>2</sup> *Самарский государственный экономический университет  
Россия, 443090, Самара, Советской Армии, 141*

Поступила в редакцию 18.05.12 г.

**Двадцать лет устойчивого развития Самарской области.** – Розенберг Г. С., Хасаев Г. Р. – В статье обсуждаются различные аспекты устойчивого развития Самарской области. Приводится динамика некоторых индикаторов устойчивого развития. Сделаны предположения о направлениях дальнейшей деятельности по достижению устойчивого развития территории.

*Ключевые слова:* устойчивое развитие, Самарская область, индикаторы, биосферный резерват.

**Twenty years of sustainable development of the Samara region.** – Rozenberg G. S. and Khasaev G. R. – Various aspects of sustainable development of the Samara region are discussed. The dynamics of several indicators of sustainable development is given. Some directions of further activities to achieve sustainable development of the territory are suggested.

*Key words:* sustainable development, Samara region, indicators, biosphere reserve.

В июне 1992 г. на саммите ООН в Рио-де-Жанейро была принята «Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию» и «Повестка дня на XXI век». В ходе этого саммита также были приняты «Заявление о принципах глобального консенсуса в отношении рационального использования, сохранения и устойчивого развития всех видов лесных ресурсов», «Рамочная Конвенция об изменении климата» и «Конвенция о биологическом разнообразии». Кроме того, в рамках ООН были созданы два органа для обеспечения проведения в жизнь «Повестки дня на XXI век» – Комиссия по устойчивому развитию и Межведомственный комитет по устойчивому развитию. Именно в этих документах стало широко использоваться предложенное на пять лет раньше (Our Common Future..., 1987) понятие «устойчивое развитие – sustainable development». Не будем вдаваться в «лингвистические» особенности этого понятия и его перевода на русский язык (по этому поводу "сломяно много копий" (см., например: Розенберг и др., 1998; Данилов-Данильян, Лосев, 2000; Розенберг, 2009)). Заметим только, что в контексте данной работы для нас важно, что «концепция устойчивого развития действительно предполагает определенные ограничения в области эксплуатации природных ресурсов, но эти ограничения являются не абсолютными, а относительными и связаны с современным уровнем техники и социальной организацией, а также со способностью биосферы справляться с последствиями человеческой деятельности... Устойчивое и долговременное развитие представляет собой не неизменное состояние гармонии, а, скорее, процесс изменений, в котором масштабы эксплуатации

ресурсов, направление капиталовложений, ориентация технического развития и институциональные изменения согласуются с нынешними и будущими потребностями. Мы не утверждаем, что данный процесс является простым и беспрепятственным. Болезненная процедура выбора неизбежна. Таким образом, в конечном счете, в основе устойчивого и долговременного развития должна лежать политическая воля» (Наше общее..., 1989, с. 20; Our Common Future..., 1987).

Период после Конференции Рио-92 характеризовался особым энтузиазмом и решимостью международного сообщества претворять в жизнь положения «Повестки дня на XXI век». В 1994 – 1996 гг. Комиссия по устойчивому развитию осуществляла поэтапный мониторинг начального проведения в жизнь «Повестки дня на XXI век». К 1998 г. примерно в 140 странах были разработаны государственные стратегии устойчивого развития и созданы национальные советы по устойчивому развитию или другие координирующие органы. Не остались в стороне от этого процесса и Россия, и Самарская область.

Уже в том же 1992 г. появились первые научные и научно-образовательные работы (Розенберг, Краснощеков, 1992), в которых устойчивое развитие интерпретировалось сквозь призму данных по Волжскому бассейну и Самарской области. В ходе подготовки к Всероссийскому съезду по охране природы (июнь 1995 г.) экологи Самарской и Нижегородской областей (Розенберг, Краснощеков, 1995; Устойчивое развитие..., 1995) совместно выступили с инициативой разработки региональных и даже муниципальных программ устойчивого развития. И результаты не заставили себя долго ждать.

На муниципальном уровне первой стала «Концепция экологической безопасности и устойчивого развития города Тольятти», которая была принята городской думой в сентябре 1995 г. (Розенберг и др., 1995). Затем появилась крупная разработка, которая касалась устойчивого развития Самарско-Тольяттинской агломерации (Титов и др., 1996). Процесс пошел... В Самарской области такого рода научными исследованиями были охвачены практически все города – Октябрьск (Любовный и др., 1996 а), Чапаевск (Любовный и др., 1996 б), Кинель (Любовный и др., 1998), Жигулевск (Стратегия муниципального..., 2005) и вновь Тольятти (Зибарев и др., 2012). Заметим, что часть этих работ поддерживалась фондом «Институт экономики города» (Москва), который за 10 лет (1998 – 2007 гг.) подготовил совместно с муниципальными образованиями 45 комплексных документов такого рода – программ, планов, стратегий<sup>1</sup>.

С позиций концепции устойчивого развития анализировалась и Самарская область в целом (часто в сравнении с общероссийскими показателями или для Волж-

---

<sup>1</sup> По заказу Администрации Самарской области НМЦ «Города России» в 2000-2001 гг. провел исследования по трем районам области, по результатам которых были выпущены две работы: краткий доклад «Проведение комплексного анализа развития сельских районов Самарской области и определение стратегических ориентиров и приоритетов их социально-экономического развития (на примере трех пилотных районов – Алексеевского, Кинельского, Челно-Вершинского)» (М. : ИМЭИ, 2000) и «Методические рекомендации по разработке стратегии социально-экономического развития сельского района» (М. : МОНФ «Институт экономики города», 2001). В 2006 г. предметом исследования стал другой сельский район – Кинель-Черкасский, что позволило оценить в динамике процессы социально-экономического развития.

ского бассейна). Отметим, что Самарская область – одна из самых промышленно развитых в России, что во многом определяет её как один из наиболее экологически неблагополучных регионов. На состояние окружающей среды в области влияют, прежде всего, высокая плотность населения, значительная урбанизация, концентрация предприятий отраслей с высоким уровнем экологического воздействия (химическая, нефтехимическая, топливная и пр.), высокий уровень развития автотранспорта и пр. Среди наиболее крупных исследований (в основном монографических работ такого рода) укажем:

- исследования середины 90-х гг. по устойчивому развитию Самарской области как одной из наиболее значимых и неотъемлемых частей Волжского бассейна (Экологическая ситуация..., 1994; Устойчивое развитие..., 1995; Васильчук и др., 1996; Павловский и др., 1996; Розенберг, Краснощеков, 1996; Черникова и др., 1996); эти исследования стали базой для разработки Закона Самарской области «Об охране окружающей природной среды и природных ресурсов Самарской области» (принят Самарской Губернской думой в апреле 2001 г.) и такой, например, программы, как Областная целевая программа «Формирование культурного потенциала устойчивого развития Самарской области» (принята Самарской Губернской думой в октябре 2001 г.);

- исследования 2000 – 2010 гг. (Субъекты Российской..., 1999; Пчелинцев, 2004; Аспекты регионального развития..., 2005; Титов и др., 2006; Бобылев, 2007; Экономическая энциклопедия..., 2007; Алексейчук, 2008; Розенберг, 2009; Розенберг и др., 2010, 2011; Костина и др., 2011 и др.).

В первое десятилетие XXI века с помощью системы приоритетных индикаторов устойчивого развития для Самарской области (в основном показателей природоёмкости, интенсивности загрязнений и удельных показателей; табл. 1), отражающих наиболее важные её экологические проблемы, были определены приоритетные (со знаком «минус») направления деятельности.

Остановимся еще на одном показателе устойчивого развития территорий – площадь особо охраняемых природных территорий. Площадь охраняемых территорий – индикатор сохранения дикой природы, биоразнообразия, культурного наследия, генофонда, рекреации, условие долгосрочной устойчивости. Особо охраняемые территории являются объектами национального достояния (Добровольский и др., 2005). Сохранение биоразнообразия является обязательным для человеческого существования и устойчивого развития. Индикатор отражает эффективность мероприятий по сохранению биоразнообразия, потребность в таких мероприятиях, поддержание биоразнообразия на территории области. Положительная динамика характеризует устойчивое развитие.

В частности, на территории Самарской области имеется заповедник и «1.5» национальных парка («Самарская Лука» и половина недавно образованного «Бузулукского бора»), государственный ландшафтный заказник, особо ценный лесной массив, курорт, ботанический сад, 17 заказников, 288 памятников природы, из которых 13 – федерального значения, 175 – областного, 11 ключевых орнитологических территорий. Общая площадь особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Самарской области составляет 2054.39 км<sup>2</sup>, или 3% общей площади области. Это сравнимо с удельным весом ООПТ федерального значения, который составляет 2.97% территории Российской Федерации.

## Приоритетные индикаторы экологически устойчивого развития для Самарской области\*

Индикаторы	Динамика (1995 – 2009 гг.)	Комментарий
Интенсивность загрязнения атмосферы	+	Лучше чем по стране и округу, но хуже (или сравнимо) Татарстана и Нижегородской области
Интенсивность загрязнения водных ресурсов	+	Сравнимо по стране и округу
Энергоемкость	0	Неустойчивое изменение с 2000 г. (тенденция к положительной динамике)
Численность населения, проживающего в особо загрязненных городах	0	Хуже всех регионов в округе; динамика неустойчива
Интенсивность образования отходов производства и потребления (количество отходов на единицу ВРП)	–	Хуже чем по стране и округу; рост в 1.5 раза
Коэффициент износа основных фондов	–	Хуже чем по стране, округу и всем сравниваемым регионам
Лесовосстановление в лесном фонде	–	Хуже всех сравниваемых регионов
Инвестиции в природоохранную деятельность (в % к инвестициям в основной капитал)	–	Хуже чем по стране, округу (в 2 раза) и в большинстве сравниваемых регионов
Индекс развития человеческого потенциала	–	Тенденция к ухудшению (4-е место в стране в 1988 г., 11-е место в стране в 2000 г.) и некоторая стабилизация (примерно 10-е место в 2004 – 2009 гг.)

\* Сост. по: Бобылев, 2007 (с. 36); Розенберг и др., 2011 (с. 42 – 68).

Заметным событием для Самарской области стало решение об организации Средне-Волжского комплексного биосферного резервата, которое было принято ЮНЕСКО 27 октября 2006 г. Комплексным резерват называется потому, что в его состав вошли сразу две особо охраняемые природные территории федерального уровня – Жигулевский государственный природный заповедник им. И. И. Спрыгина и национальный парк «Самарская Лука» (Краснобаев, Чап, 2009). Он стал 36-м биосферным резерватом в стране и первым «комплексным» в бывшем СССР.

Территория резервата отличается высоким биологическим разнообразием. Здесь широко представлены уникальные экосистемы известняковых «гор» Приволжской возвышенности, в том числе каменистые степи, остепненные сосновые боры и смешанные хвойно-широколиственные леса на дерново-карбонатных и уникальных бурых лесных почвах. На плато Самарской Луки сохранились участки луговых и настоящих степей, а также коренные леса – липняки, дубравы и березняки, производные осинники, кленовые, березовые и ильмовые леса. Свообразные экосистемы сформировались на местах добычи известняка, среди которых наибольший интерес представляют штольни бывшего известкового завода П. К. Ушакова (печи завода по производству белильной извести были построены по плану Д. И. Менделеева в 1890 и работали до 1957 г.), служившие местами одной из крупнейших в Восточной Европе зимовки рукокрылых (Смирнов, Вехник, 2011).

На территории биосферного резервата участки «дикой природы» сочетаются с землями, в прошлом интенсивно использовавшимися в сельском и лесном хозяйстве, а также для добычи полезных ископаемых. Резерват занимает около 150 тыс. га и разделен на три функциональные зоны:

## ДВАДЦАТЬ ЛЕТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

- основная зона (ядро) составляет 20% от всей территории резервата – это территория Жигулевского заповедника и подзона постоянной заповедности заповедной зоны Национального парка;
- буферная зона – 33% от всей территории, 50 тыс. га – это охранная зона заповедника на акватории Саратовского водохранилища, заповедно-восстановительная подзона заповедной зоны и зона регулируемого рекреационного использования Национального парка;
- переходная зона занимает 47% от всей территории – это территория активной рекреации и традиционного природопользования национального парка и значительная территория вне ООПТ.

Биосферный резерват как сравнительно новая форма охраны природы требует, естественно, повышенного внимания и постоянного мониторинга. Одной из первых научно-экологических работ, выполненных в границах Средне-Волжского комплексного биосферного резервата, можно считать исследование фитопланктона озер этой территории (Горохова, 2012).

Заканчивая эту, в большей степени обзорную, статью, еще раз подчеркнем, что устойчивое развитие характеризуется комплексностью, т. е. содинамикой экономической, социальной, экологической и институциональной составляющих. Наблюдения за изменениями индикаторов устойчивого развития Самарской области показывают, что перед областью (после 20-летнего движения по пути устойчивого развития) продолжают стоять задачи сохранения набранного темпа социо-эколого-экономического развития, улучшения его законодательного и организационного обеспечения, усиления главного фактора и цели такого развития – человеческого потенциала во всех его проявлениях.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда «Волжские земли в истории и культуре России» (проект № 12-12-63005), Программы грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (проект № НШ-3018.2012.4), Российского фонда фундаментальных исследований РФФИ-Поволжье (проект № 13-04-97004), Программ фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития» и ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий».*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Алексейчук М. С.* Инвестиционный потенциал устойчивого развития региона : на примере Самарской области : дис. ... канд. экон. наук. Самара, 2008. 234 с.

Аспекты регионального развития : взгляд из Самарской области – региона-лидера / Моск. обществ. науч. фонд. М., 2005. № 166. 247 с. (Сер. «Научные доклады : Независимый экономический анализ»).

*Бобылев С. Н.* Индикаторы устойчивого развития: региональное измерение : пособие по региональной экологической политике / Центр экол. политики России. М. : Акрополь, 2007. 60 с.

*Васильчук О. И., Юрина В. С., Розенберг Г. С., Крылов Ю. М.* Экономическое обеспечение устойчивого развития территории в условиях лимита природных ресурсов. Адекватность платы за естественные ресурсы // Социально-экономическое развитие Самарской области : стратегия, проблемы, поиск решений : материалы регион. науч.-практ. конф. Самара : СамВен, 1996. С. 373 – 375.

*Горохова О. Г.* Фитопланктон малых водоемов Средне-Волжского биосферного резервата (Самарская область) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2012. 20 с.

*Данилов-Данильян В. И., Лосев К. С.* Экологический вызов и устойчивое развитие. М. : Прогресс–Традиция, 2000. 416 с.

*Добровольский Г. В., Розенберг Г. С., Чибилёв А. А., Рысин Л. П., Саксонов С. В., Тишков А. А.* Еще раз о природном наследии России // Вестн. РАН. 2005. Т. 75, № 9. С. 787 – 792.

*Зибарев А. Г., Розенберг Г. С., Саксонов С. В., Абакумов Е. В., Бакиев А. Г., Быков Е. В., Васильев А. В., Васюков В. М., Гелаивили Д. Б., Давыдова И. В., Евланов И. А., Епланова Г. В., Зибарев С. С., Зинченко Т. Д., Иванов М. Н., Иванова А. В., Иглин В. Б., Костина Н. В., Кудинова Г. Э., Кузнецова Р. С., Кузовенко А. Е., Лифиренко Д. В., Лифиренко Н. Г., Максимова Е. Ю., Минеев А. К., Пыршева М. В., Раков Н. С., Розенберг А. Г., Рощевский Ю. К., Селензёв В. А., Селензёва А. В., Сенатор С. А., Файзулин А. И., Шитиков В. К., Юрина В. С.* Институт экологии Волжского бассейна РАН и город Тольятти. Экологические инновации для устойчивого развития города. Аналитический доклад. Тольятти : Кассандра, 2012. 87 с.

*Костина Н. В., Кудинова Г. Э., Пыршева М. В., Розенберг Г. С.* Межрегиональное комплексное районирование антропогенно нарушенных территорий как метод анализа степени устойчивого развития // Відповідальна економіка – Ответственная экономика : научно-популярный альманах. Луганск (Украина), 2011. Вып. 3. С. 74 – 81.

*Краснобаев Ю. П., Чап Т. Ф.* Средне-Волжский комплексный биосферный резерват // Степной бюл. 2009. № 26. С. 13 – 14.

*Любовный В. Я., Воякина А. Б., Кузнецова Г. Ю., Лычева Т. М., Пчелинцев О. С., Хасаев Г. Р.* Город Кинель : современное состояние, перспективы развития / Фонд «Институт экономики города». М. ; Самара, 1998. 84 с.

*Любовный В. Я., Лычева Т. М., Кузнецова Г. Ю., Пчелинцев О. С., Хасаев Г. Р.* Город Октябрьск. Социально-экономические проблемы и пути их решения / Фонд «Институт экономики города». М. ; Самара, 1996 а. 64 с.

*Любовный В. Я., Пчелинцев О. С., Кузнецова Г. Ю., Лычева Т. М., Хасаев Г. Р.* Основные направления и мероприятия по стабилизации и обеспечению устойчивого развития г. Чапаевска / Фонд «Институт экономики города». М. ; Самара, 1996 б. 228 с.

Методические рекомендации по разработке стратегии социально-экономического развития сельского района / Фонд «Институт экономики города». М., 2001. 48 с.

Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР) : пер. с англ. М. : Прогресс, 1989. 376 с.

*Павловский В. А., Бодриков М. Г., Емельянов В. К., Караваев Е. И., Ковалев О. С., Краснощеков Г. П., Куликовский К. Л., Попченко В. И., Рабочев Г. И., Родимов И. О., Розенберг Г. С., Стрелков А. К.* Концептуальные и практические подходы к решению проблемы экологической безопасности и устойчивого развития Самарской области // Экологическая безопасность и устойчивое развитие Самарской области. 1. Некоторые итоги научных исследований, практической деятельности и современные природоохранные технологии / Госкомитет экологии и природных ресурсов Самар. обл. Самара, 1996. С. 29 – 46.

Проведение комплексного анализа развития сельских районов Самарской области и определение стратегических ориентиров и приоритетов их социально-экономического развития (на примере трех пилотных районов – Алексеевского, Кинельского, Челно-Вершинского). М. : ИМЭИ, 2000. 84 с.

*Пчелинцев О. С.* Региональная экономика в системе устойчивого развития. М. : Наука, 2004. 258 с.

*Розенберг Г. С.* Волжский бассейн: на пути к устойчивому развитию / Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. Тольятти : Кассандра, 2009. 477 с.

*Розенберг Г. С., Краснощеков Г. П.* Природа и общество : их взаимодействие и взаимовлияние (краткий конспект основ экологии и рационального природопользования) : учеб. пособие. Тольятти : УЦ ВАЗа, 1992. 50 с.

## ДВАДЦАТЬ ЛЕТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

*Розенберг Г. С., Краснощечков Г. П.* Устойчивое развитие в России. Опыт критического анализа. Тольятти : Интер-Волга, 1995. 46 с.

*Розенберг Г. С., Краснощечков Г. П.* Волжский бассейн : экологическая ситуация и пути рационального природопользования / Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. Тольятти, 1996. 240 с.

*Розенберг Г. С., Авдякова О. С., Иглин В. Б., Краснощечков Г. П., Крылов Ю. М., Лецинский В. В., Лецинский В. Д., Сульдимиров Г. К.* Концепция экологической безопасности и устойчивого развития города Тольятти (экологический аспект). Тольятти, 1995. 23 с.

*Розенберг Г. С., Краснощечков Г. П., Крылов Ю. М., Павловский В. А., Писарев А. С., Черникова С. А.* Устойчивое развитие : мифы и реальность / Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. Тольятти, 1998. 191 с.

*Розенберг Г. С., Евланов И. А., Зинченко Т. Д., Шитиков В. К., Бухарин О. В., Немцева Н. В., Дгебуадзе Ю. Ю., Павлов Д. С., Гелаивили Д. Б., Захаров В. М.* Разработка научных основ и внедрение комплекса методов биомониторинга для устойчивого эколого-экономического развития территорий Волжского бассейна. Тольятти : Кассандра, 2010. 20 с.\*

*Розенберг Г. С., Костина Н. Г., Шитиков В. К., Евланов И. А., Гелаивили Д. Б., Зибарев А. Г., Зибарев С. С., Иванов М. Н., Карпенко Ю. Д., Кудинова Г. Э., Кузнецова Р. С., Лифиренко Д. В., Лифиренко Н. Г., Носкова О. Л., Пыршова М. В., Розенберг А. Г., Саксонов С. В., Сенатор С. А., Шиманчик И. П., Юрина В. С.* Волжский бассейн. Устойчивое развитие : опыт, проблемы, перспективы / под ред. Г. С. Розенберга / Ин-т устойчив. развития Общественной палаты РФ. М., 2011. 104 с.

*Смирнов Д. Г., Вехник В. П.* Численность и структура сообществ рукокрылых (*Chiroptera* : *Vespertilionidae*), зимующих в искусственных подземельях Самарской Луки // Экология. 2011. № 1. С. 64 – 72.

Стратегия муниципального развития : методологические основы и технология разработки на примере города Жигулевска и Нефтегорского района Самарской области. М. : Наука, 2005. 104 с.

Субъекты Российской Федерации и местное самоуправление : пути совершенствования экономического взаимодействия / под ред. В. Я. Любовного, О. С. Пчелинцева, Г. Р. Хасаева / Ин-т макроэкономических исследований при Минэкономике РФ. М., 1999. Вып. 7. (Сер. Библиотека муниципального служащего). 287 с.

*Титов К. А., Любовный В. Я., Хасаев Г. Р., Пчелинцев О. С.* Самарско-Тольяттинская агломерация : современное состояние и пути устойчивого развития. М. : Наука, 1996. 208 с.

*Титов К. А., Хасаев Г. Р., Агранович М. Л., Григорьев Л. М., Полетаев А. В.* Самарская область : от индустриальной к постиндустриальной экономике / под ред. А. В. Полетаева. М. : ТЕИС, 2006. 464 с.

Устойчивое развитие в России. Конструктивные предложения / под ред. В. А. Павловского, Г. С. Розенберга. Самара ; Н. Новгород ; Тольятти : Интер-Волга, 1995. 114 с.

*Черникова С. А., Писарев А. С., Розенберг Г. С., Крылов Ю. М.* Структура и динамика природоохранных затрат в Самарской области «на фоне» Волжского бассейна // Социально-экономическое развитие Самарской области : стратегия, проблемы, поиск решений : материалы регион. науч.-практ. конф. Самара : СамВен, 1996. С. 357 – 360.

Экологическая ситуация в Самарской области : состояние и прогноз / отв. ред. Г. С. Розенберг, В. Г. Беспалый / Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. Тольятти, 1994. 326 с.

Экономическая энциклопедия регионов России. Самарская область : Приволжский федеральный округ / под ред. Ф. И. Шахмалова, Г. Р. Хасаева. М. : Экономика, 2007. 432 с.

Our Common Future. World Commission on Environment and Development. Oxford ; N.Y. : Oxford Univ. Press, 1987. 400 p.

---

\* Работа отмечена премией Правительства Российской Федерации в области науки и техники за 2010 г.

УДК [581.55:504](470.43)

## СОХРАНЕНИЕ ФИТОРАЗНООБРАЗИЯ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ СТРАТЕГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Л. М. Кавеленова<sup>1</sup>, Н. В. Прохорова<sup>1</sup>, А. А. Головлёв<sup>2</sup>, С. А. Розно<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Самарский государственный университет  
Россия, 443011, Самара, Академика Павлова, 1

<sup>2</sup> Самарский государственный экономический университет  
Россия, 443090, Самара, Советской армии, 141

<sup>3</sup> Ботанический сад Самарского государственного университета  
Россия, 443086, Самара, Московское шоссе, 35  
E-mail: biotest@samsu.ru

Поступила в редакцию 18.05.12 г.

**Сохранение фиторазнообразия как составная часть стратегии устойчивого развития Самарской области.** – Кавеленова Л. М., Прохорова Н. В., Головлёв А. А., Розно С. А. – Проанализированы особенности распределения видов цветковых растений Красной книги Самарской области на территории ее районов, возможности их сохранения в природе и культуре. С учетом региональной специфики предлагаются направления стратегии охраны ценных компонентов фиторазнообразия и некоторые конкретные пути их реализации.

*Ключевые слова:* сохранение фиторазнообразия, цветковые растения, Красная книга, стратегия охраны.

**Plant diversity conservation as a component of the regional sustainable development strategy of the Samara region.** – Kavelenova L. M., Prokhorova N. V., Golovlyov A. A., and Rozno S. A. – Features of the distribution of the *Magnoliophyta* species listed in the Samara Regional Red book are presented for various parts of the region. In view of these regional features, some directions of the conservation strategy for valuable plant diversity components and some specific ways of its implementation are proposed.

*Key words:* plant diversity conservation, *Magnoliophyta*, Red book, conservation strategy.

### ВВЕДЕНИЕ

Составной частью стратегии достижения устойчивого развития является сохранение биологического разнообразия, которое может рассматриваться в ряду важнейших исчерпаемых ресурсов и имеет, согласно Р. Примаку (2002), четыре варианта экономической оценки. *Прямая коммерческая ценность* применительно к объектам фиторазнообразия связана с получением множества продуктов растительного происхождения, используемых в качестве продовольствия, технического и лекарственного сырья и пр. *Непрямая коммерческая ценность* определяется существованием естественных экосистем. *Опционная ценность* является отражением сформулированного еще в 70-е гг. XX в. принципа потенциальной полезности, в соответствии с которым не имеющие в данный момент хозяйственного значения виды могут в последующие годы приобрести его. *Ценность существования* определяется внутренней необходимостью человека взаимодействовать с природой.

## СОХРАНЕНИЕ ФИТОРАЗНООБРАЗИЯ

Основными причинами сокращения видового разнообразия высших растений являются: уничтожение, разрушение и загрязнение местообитаний; чрезмерное изъятие растений и истребление их естественных популяций; интродукция чужеродных видов (Стратегия..., 2004). К приоритетным мерам, направленным на сохранение *in situ* редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, относятся: сохранение популяций в естественной среде обитания; сохранение и восстановление природной среды обитания, реконструкция биотопов; восстановление утраченных популяций. Способы сохранения *ex situ* включают: сохранение популяций редких и находящихся под угрозой исчезновения видов в питомниках и ботсадах, осуществление оптимальной схемы обмена особями между питомниками и ботсадами для сохранения генетического разнообразия как внутри отдельных групп организмов, так и в популяции. Все эти мероприятия взаимодополняют друг друга. Так, мероприятия, проводимые *ex situ*, могут стать основой для восстановления утраченных популяций в природе (реинтродукции). В настоящей статье затронуты некоторые проблемы, связанные с перспективами охраны ценных компонентов фиторазнообразия в свете реализации стратегии устойчивого развития в Самарской области.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В основу настоящего исследования положен анализ данных, характеризующих экологическое состояние территории Самарской области (Атлас..., 2002; Экономическая..., 2007) и раритетные компоненты биоразнообразия (Красная книга..., 2007). Анализ распределения показателей фиторазнообразия, специфики природных условий и хозяйственной деятельности в административных районах Самарской области производился с применением компьютерных методов обработки данных (Excel, ArcView).

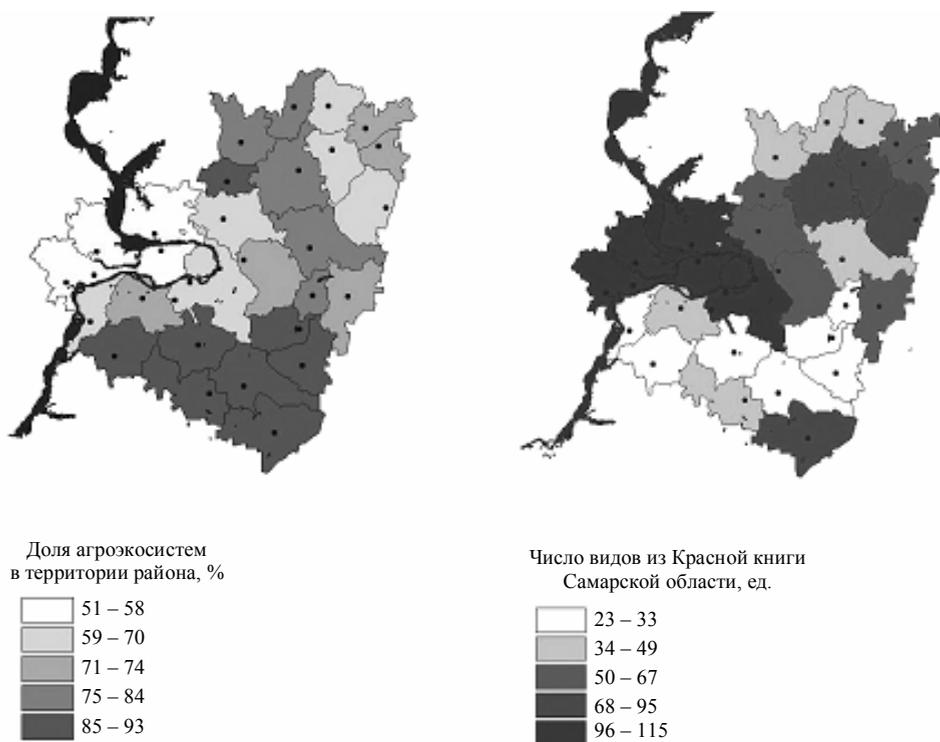
В настоящей статье были задействованы результаты испытаний по интродукции растений, проводившейся в ботаническом саду Самарского государственного университета. Использовались также полевые и камеральные материалы, накопленные за десятилетний период изучения Усть-Сокского (Сокского) карьера – модельного полигона, в котором протекает самопроизвольное восстановление растительного покрова (Головлёва и др., 2003; Прохорова, Головлёв, 2003; Прохорова и др., 2011; Макарова и др., 2012).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

#### *Возможности охраны раритетных видов в природе и культуре*

Проанализируем список видов цветковых растений Красной книги Самарской области (2007) в контексте перспектив их сохранения в природе и культуре. В этой связи обратим внимание на особенности хозяйственной деятельности и наличие краснокнижных видов растений в административных районах Самарской области (рис. 1). Данные, приведённые на рис. 1, показывают, что большая часть площади районов приходится на сельхозугодья (51 – 93%), доминирующие в Большечерниговском, Большеглушицком, Пестравском и других южных районах. Максимальное количество краснокнижных видов выявлено в Волжском, Ставропольском,

Шигонском и Сызранском районах, в которых представлены разнообразные биотопы (лесные, степные, болотные, скальные), а сельскохозяйственная нагрузка на ландшафты менее заметная. Следующую группу районов образуют лесостепные Похвистневский, Иса克林ский, Сергиевский районы и степной Большечерниговский район, в пределах которого располагаются сухие степи, засоленные и каменистые биотопы. В этом районе раритетные виды сохраняются на непригодных для сельскохозяйственного использования площадях. Обеднение фиторазнообразия отмечается на территории Хворостянского, Красноармейского, Большеглушицкого и других степных районов с крупными массивами пахотных угодий.



**Рис. 1.** Особенности хозяйственного использования и наличие ценных компонентов фиторазнообразия в административных районах Самарской области

Важное обстоятельство заключается в том, насколько широко в Самарской области распространены охраняемые виды растений (рис. 2). В Красной книге Самарской области (2007) представлено 258 видов цветковых растений, из них почти 2/5 видов не имеют широкого распространения. Поэтому нарушение местообитаний подобных видов может привести к невосполнимым потерям генофонда, а сохранение ценных компонентов фиторазнообразия *in situ* не может быть в полном объеме гарантировано.

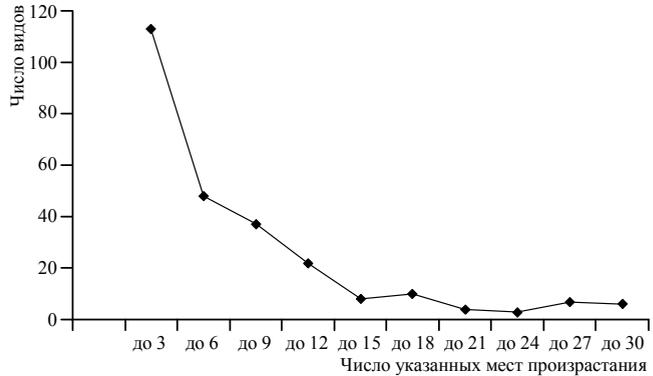
## СОХРАНЕНИЕ ФИТОРАЗНООБРАЗИЯ

Сохранение редких растений *ex situ* должно осуществляться путем создания резервных популяций, численность которых должна составлять не менее 50 экземпляров (Франклин, 1983). Это условие при ограниченной территории ботсадов сложно выдержать для

большого числа видов растений, особенно древесных, требующих значительного пространства. Особые трудности представляет выращивание стенотопных видов, экологический оптимум которых обычно приурочен к специфическому субстрату. В «Стратегии ботанических садов по охране растений» (1994) важной задачей ботанических садов мира названо их участие в сохранении фиторазнообразия собственных регионов.

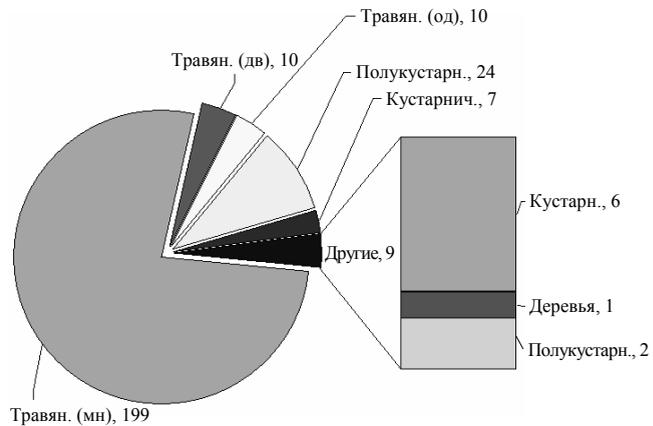
Рассмотрим построенное нами распределение видов цветковых растений из Красной книги Самарской области с учетом их принадлежности к определенным

жизненным формам и биотопической приуроченности (рис. 3, 4). Среди цветковых растений из Красной книги Самарской области однозначно преобладают травянистые многолетники, древесные и полудревесные растения уступают им по числу видов. Такие особенности редких видов открывают существенные перспективы с точки зрения их сохранения в культуре в форме резервных популяций, поскольку травянистые многолетники требуют для своего размещения небольших площадей и могут в благоприятных условиях существовать как популяционные группы длительное время. Сравнительно боль-



**Рис. 2.** Распределение видов цветковых растений из Красной книги Самарской области в соответствии с числом указанных для них мест произрастания

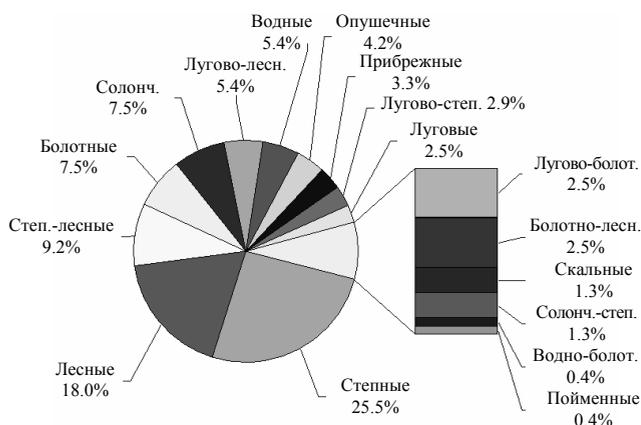
Рассмотрим построенное нами распределение видов цветковых растений из Красной книги Самарской области с учетом их принадлежности к определенным



**Рис. 3.** Представленность различных жизненных форм среди цветковых растений, включенных в Красную книгу Самарской области

ше усилий требуют для сохранения в культуре двулетники и однолетники, популяции которых недолговечны, требуют постоянного контроля и ежегодных усилий по поддержанию через посев семян. Древесные растения требуют для создания популяционных групп сравнительно большей площади, что применительно к деревьям не всегда легко осуществить в пределах ограниченной территории ботанических садов.

Интересны также особенности биотопической приуроченности краснокнижных видов цветковых растений нашей области (см. рис. 4). Прослеживается тенденция преобладания видов, приуроченных к различным вариантам степных сообществ, значительна доля лесных видов, отмечается присутствие опушечных, водных, болотных и других видов.



**Рис. 4.** Общая характеристика биотопической приуроченности цветковых растений, включенных в Красную книгу Самарской области

вать морфологические и фенологические изменения (увеличение размеров растений и их отдельных органов, изменение семенной продуктивности и пр.). Данные виды при достаточной декоративности могут быть востребованы в озеленении и любительском садоводстве, что также можно рассматривать в качестве формы создания резервных популяций. Растения каменистых степей высоко требовательны к субстрату, при выращивании в культуре требуют моделирования естественного щебенчатого, обогащенного карбонатом кальция почвогрунта. В силу особенностей структуры корневой системы, глубоко уходящей в субстрат и травмируемой при изъятии растений из биотопов, они практически не выдерживают пересадки. Для успешного посева семенами требуется прохождение ими видоспецифической многоэтапной стратификации, моделирующей смену гидротермических условий в конце вегетационного периода и в осенне-зимние месяцы.

В культуре сложно создать условия для растений болот и солончаков, произрастающих в аномальных по уровню увлажнения либо солевому режиму субстрата биотопах. Практически невозможно выращивание вне проточных водоёмов речных видов высших растений, распространение которых приурочено к определенному составу грунта и воды.

Создание оптимальных условий в культуре для всех этих растений маловероятно. Так, наиболее высоки перспективы выращивания травянистых растений лесов и опушек, луговых, степных видов. Эти растения благоприятно воспринимают местные почвенные условия и отзывчивы на основные агротехнические мероприятия, но при этом могут обнаруживать

Выбор видов, перспективных для сохранения в культуре, проводится в ботаническом саду Самарского государственного университета на основе первичных интродукционных испытаний материала, взятого из природных сообществ в форме семян и живых растений. В настоящее время на территории ботанического сада произрастают 65 таксонов, включенных в Красную книгу Самарской области, 5 редких и уязвимых таксонов, не включенных в Красную книгу Самарской области, но нуждающихся в постоянном контроле и наблюдении, а также 3 вида, исчезнувших с территории этой области за последние 50 лет (Самарский ботанический..., 2011). Однако все это составляет пока менее 1/4 от общего числа видов цветковых растений, включенных в Красную книгу Самарской области (2007), и при реальном учете существующих возможностей осуществление охраны *ex situ* для всех видов растений Красной книги Самарской области (2007) в современных условиях не представляется реальным.

С учетом специфики природных условий Самарской области стратегия охраны ценных компонентов фиторазнообразия должна включать следующие направления: сохранение стенотопных видов в форме популяций на территории ООПТ строгого режима охраны; создание дублирующих резервных популяций в культуре для видов, удовлетворительно переносящих культивирование; выработка регионально значимых приемов возделывания редких видов в соответствии с их биотопической и субстратной приуроченностью; образование новых полигонов для выращивания редких растений в культуре и полигонов реинтродукции в природных сообществах.

*Самовосстановление нарушенных экосистем и перспективы реинтродукции раритетных видов (на примере Усть-Сокского карьера)*

Среди охраняемых раритетных растений Самарской области немалую часть составляют виды, произрастающие на известняковых субстратах – растения каменистых степей и скальных обнажений. Данные биотопы подвержены эрозии и ограничено распространены в Самарской области. Совмещение охраны указанных видов с созданием новых полигонов культивирования и восстановлением нарушенных растительных сообществ может быть реализовано на специфических объектах – отработанных карьерах по добыче карбонатного сырья. Когда промышленные запасы сырья истощаются, работы прекращают, а на месте горных выработок остаются значительные по площади и достаточно глубокие техногенные выемки – карьеры. Заключительный этап эксплуатации предполагает рекультивацию техногенно нарушенной территории. Однако в действительности рекультивация осуществляется редко и не возвращает деградированным ландшафтам их прежний облик.

Примером не рекультивированной техногенно нарушенной территории является Усть-Сокский карбонатный карьер, находящийся на северном макросклоне Сокольных гор, в нескольких километрах от места впадения р. Сок в Саратовское водохранилище. Карьер представляет собой наиболее старый по времени освоения участок Сокского карбонатного месторождения, эксплуатация которого была прекращена в 70-х гг. XX в. вследствие выработки продуктивных толщ доломитов и

известняков. Наибольшая протяженность Усть-Сокского карьера с севера на юг составляет менее 1 км, с запада на восток – более 2 км. Карьер имеет корытообразную форму и плоское дно, сложенное доломитизированными известняками. Борты Усть-Сокского карьера террасированы. Уступы террас отвесные, скальные. Общая высота террас варьирует от нескольких десятков метров до 100 – 150 м на южной стороне карьера.

К верхней террасе Усть-Сокского карьера с юга вплотную примыкают биотопы широколиственных лесов Сокольных гор. Лесные, лесостепные кустарниковые и остепненные биотопы и биотопы каменистых степей окружают карьер с западной стороны. С севера и востока к карьере прилегают биотопы широколиственных лесов, техногенно нарушенных и обезлесенных участков.

На протяжении десятков лет в пределах Усть-Сокского карьера происходит формирование флористического разнообразия в результате естественного самозаращения, или ренатурализации растительного покрова (Головлёв и др., 2003; Прохорова, Головлёв, 2003; Прохорова и др., 2011).

Проведенные в Усть-Сокском карьере исследования показали возможность формирования древесного яруса и изреженного травостоя на известняковом субстрате, почти лишенном плодородия. Почвенный слой на дне карьера практически отсутствует. На некоторых участках имеются намывы почвенной массы, на других участках отмечены лишь начальные стадии формирования биогенного слоя из листовой подстилки, мхов и лишайников. Этот маломощный слой не образует сплошного покрова и залегает фрагментарно на скальном фундаменте под пологом древесной растительности.

На дне Усть-Сокского карьера доминирует молодая поросль деревьев. Древесный ярус состоит из тополя черного (*Populus nigra* L.), осины (*Populus tremula* L.), березы повислой (*Betula pendula* Roth), ивы козьей и пятитычинковой (*Salix caprea* L., *S. pentandra* L.) и других пород. Здесь же встречается сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). В составе данного фитоценоза доминируют самосевные разновозрастные деревья (от всходов до 10 – 15-леток). Все древесные породы – анемохоры и фотофилы. Неприязательность этих древесных пород к качеству субстрата во многом определила их пионерную роль в процессе самозаращения дна карьера. Ориентировочное проективное покрытие древостоев дна карьера – не более 30%, травянистый ярус на дне Усть-Сокского карьера выражен слабо и крайне разрежен.

Видовой состав растений на дне карьера в начальный период исследований характеризовался как чрезвычайно бедный (до 10 видов). В настоящее время число видов растений, найденных в границах карьера, достигло 96. В числе растений, образующих травостой на дне карьера, заметны качим высочайший (*Gypsophila altissima* L.), полынь Маршалла (*Artemisia marschalliana* Spreng.) и ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum* L.).

На террасах Усть-Сокского карьера, кроме указанных выше видов, единично встречаются калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.), шиповник майский (*Rosa majalis* Herzm.), клен платановидный (*Acer platanoides* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.). На самых верхних террасах произрастают липа сердцевид-

ная (*Tilia cordata* Mill.) и краснокнижный кустарник Самарской области – боярышник волжский (*Crataegus volgensis* Pojark.). На террасах карьера чаще, чем на его днище, встречается сосна обыкновенная.

На скальных террасах и их осыпях травостой разреженный. Тем не менее, здесь произрастает большее количество видов, чем на дне карьера. На террасах преобладают полынь Маршалла, ястребинка зонтичная и полынь полевая (*Artemisia campestris* L.). На верхних южных и юго-восточных террасах карьера, примыкающих к естественному лесному массиву Сокольных гор, происходит смыв субстрата с его краевых зон и образование конусов выноса из карбонатного мелкозема, обломков горных пород и почвы. На конусах выноса видовое фитообразие увеличивается за счет проникновения лесных и луговых видов. В частности, на верхней юго-восточной террасе разрозненно произрастали нивяник обыкновенный (*Leucanthemum vulgare* Lam.), мать-и-мачеха (*Tussilago farfara* L.), горошек лесной (*Vicia sylvatica* L.), ястребинка волосистая (*Hieracium pilosella* L.), полынь Маршалла, иван-чай узколистый (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub) и девясил германский (*Inula germanica* L.). В микропонижении второй сверху террасы, на карбонатном мелкоземе, были обнаружены популяции дремлика темно-красного (*Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Schult.) с 12 цветущими побегами и дремлика морозникового (*E. helleborine* (L.) Crantz) с 15 цветущими побегами. Высота растений в обеих популяциях дремлика – до 80 см.

Видовой состав растений, участвующих в формировании фитоценозов на разных элементах техногенного рельефа, ограничен в силу возможностей поступления семян из биогеоценозов, расположенных на границе с карьером или на некотором удалении от него. Преднамеренное внесение диаспор раритетных кальцефильных видов могло бы способствовать повышению ценности растительных сообществ и формированию новых популяций растений, охраняемых в Самарской области. Проводящиеся ботаническим садом Самарского государственного университета работы по экспериментальной реинтродукции в природные биотопы Самарской области пиона тонколистного (*Paeonia tenuifolia* L.) – растения, указанного в областной Красной книге в списке исчезнувших видов, доказывают возможность формирования популяционных групп при высадке исходного растительного материала в минимально посещаемые населением биотопы, соответствующие экomorфным особенностям растения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, сохранение фитообразия как приоритетное направление региональной стратегии устойчивого развития должно включать в качестве обязательных составных частей: сохранение редких растений в их природных местообитаниях; формирование резервных популяций раритетных компонентов флоры в культуре; расширение работ по реинтродукции ценных видов природной флоры в соответствующие им по биотопическим параметрам местообитания. При этом выведенные из эксплуатации карьеры, использовавшиеся для добычи карбонатного сырья, представляют особый интерес как полигоны для воссоздания ценных во флористическом отношении фитоценозов каменистых степей, формирования по-

пуляций стенопопных кальцефильных видов, широко представленных в Красной книге Самарской области.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас земель Самарской области. Самара : Федеральная служба геодезии и картографии России, 2002. 101 с.

*Головлёва Н. М., Головлёв А. А., Прохорова Н. В.* Усть-Сокский карьер : эстетический, научно-познавательный и природоохранный аспекты // Заповедное дело России : принципы, проблемы, приоритеты : материалы Междунар. науч. конф. : в 2 т. / Жигулевский гос. заповедник им. И. И. Спрыгина. Жигулевск ; Бахилова Поляна, 2003. Т. 1. С. 159 – 162.

Самарский ботанический сад – особо охраняемая природная территория : история, коллекционные фонды, достижения / под общ. ред. С. А. Розно, Л. М. Кавеленовой. Самара : Изд-во «Самарский университет», 2011. 128 с.

Красная книга Самарской области. Редкие виды растений, лишайников и грибов / Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. Тольятти, 2007. Т. 1. 372 с.

*Макарова Ю. В., Головлёв А. А., Прохорова Н. В.* Раритетные сосудистые растения западной части Сокольных гор // Раритеты флоры Волжского бассейна : докл. участников II Рос. науч. конф. Тольятти : Кассандра, 2012. С. 153 – 161.

*Примак Р.* Основы сохранения биоразнообразия / пер. с англ. М. : Изд-во Научного и учебно-методического центра, 2002. 256 с.

*Прохорова Н. В., Головлёв А. А.* Растительность Усть-Сокского карьера (Самарская область) // Бюл. «Самарская Лука». 2003. № 13. С. 339 – 343.

*Прохорова Н. В., Головлёв А. А., Макарова Ю. В., Артюгин П. А.* Эколого-биогеохимические особенности субстрата и растений в Усть-Сокском карьере // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2011. Т. 13, № 1 (4). С. 878 – 881.

Стратегия ботанических садов по охране растений / Главный бот. сад им. Н. В. Цицина РАН. М., 1994. 62 с.

Стратегия сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, растений и грибов : приложение к приказу МПР России от 06.04.2004 г. № 323. М., 2004. 38 с.

*Франклин Я. Р.* Эволюционные изменения в небольших популяциях // Биология охраны природы : пер. с англ. / под ред. и с предисл. А. В. Яблокова. М. : Мир, 1983. С. 160 – 176.

Экономическая энциклопедия регионов России. Самарская область. М. : Изд-во «Экономика», 2007. 396 с.

УДК 581.55(470.57)

**СОХРАНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ  
КАК ЗАДАЧА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ: ВКЛАД СИНТАКСОНОМИИ  
(на примере Республики Башкортостан)**

**Б. М. Миркин<sup>1</sup>, В. Б. Мартыненко<sup>1</sup>, С. М. Ямалов<sup>2</sup>, А. А. Мулдашев<sup>1</sup>,  
Э. З. Баишева<sup>1</sup>, Л. Г. Наумова<sup>3</sup>, П. С. Широких<sup>1</sup>, А. В. Баянов<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> *Институт биологии УНЦ РАН*

*Россия, 450054, Уфа, просп. Октября, 69*

<sup>2</sup> *Ботанический сад-институт УНЦ РАН*

*Россия, 450080, Уфа, Менделеева, 195, корп. 3*

<sup>3</sup> *Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы*

*Россия, 450000, Уфа, Октябрьской революции, 3а*

<sup>4</sup> *Башкирский государственный университет*

*Россия, 450074, Уфа, Заки Валиди, 32*

*E-mail: geobotanika@rambler.ru*

Поступила в редакцию 18.05.12 г.

**Сохранение биологического разнообразия как задача устойчивого развития: вклад синтаксономии (на примере Республики Башкортостан).** – Миркин Б. М., Мартыненко В. Б., Ямалов С. М., Мулдашев А. А., Баишева Э. З., Наумова Л. Г., Широких П. С., Баянов А. В. – Синтаксономическое разнообразие растительности Республики Башкортостан выявлено достаточно полно и включает 36 классов и 320 ассоциаций. Обсуждается система критериев оценки природоохранной ценности растительных сообществ. Её использование проиллюстрировано на примере пяти классов растительности: *Quercus-Fagetea*, *Brachypodio-Betuletea*, *Vaccinio-Piceetea*, *Festuco-Brometea*, *Molinio-Arrhenatheretea*. Обоснована необходимость организации новых ООПТ.

*Ключевые слова:* синтаксономия, разнообразие, класс растительности.

**Biological diversity conservation as a goal of sustainable development: the contribution of syntaxonomy (with Bashkortostan Republic as an example).** – Mirkin B. M., Martynenko V. B., Yamalov S. M., Muldashev A. A., Baisheva E. Z., Naumova L. G., Shirokih P. S., and Baianov A. V. – The syntaxonomic diversity of the Bashkortostan Republic vegetation is known enough and includes 36 classes and 320 associations. A criteria system for estimation of the natural conservation value of plant communities is discussed. Its usage is illustrated on five vegetation classes (*Quercus-Fagetea*, *Brachypodio-Betuletea*, *Vaccinio-Piceetea*, *Festuco-Brometea*, and *Molinio-Arrhenatheretea*) as examples. The necessity to organize new natural conservation territories is substantiated.

*Key words:* syntaxonomy, diversity, vegetation class.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Многомерная ценность биологического разнообразия (БР) как важного исчерпаемого ресурса биосферы общеизвестна. По этой причине решение проблемы сохранения БР является сферой наиболее плодотворного международного сотрудничества, платформой которого стала «Конвенция о биологическом разнообразии»,

подписанная на Всемирном саммите Рио-92. В дальнейшем международное сообщество приняло ряд других важных документов по проблеме сохранения БР. На очередной конференции по БР в Нагое (2010 г.) был принят план «Цели 2020», согласно которому доля особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в мире должна возрасти с 12.5 до 17% (в качестве сверхзадачи ООН определило эту долю в 33%). Россия отстала от многих стран мира по доле ООПТ, однако намечено к 2020 г. организовать ряд новых ООПТ преимущественно с мягкой охраной, что позволит сочетать сохранение БР с рациональным использованием территорий, в первую очередь в рекреационных целях.

Для решения этой задачи необходимо серьезное научное обоснование, которое позволит повысить эффективность сохранения БР в системе ООПТ, в частности:

- выявить БР растительных сообществ (РС) региона, маркирующих типы экосистем и соответственно состав их гетеротрофной биоты;
- установить природоохранную ценность каждого типа РС и соответствующей ему экосистемы;
- оценить степень репрезентативности уже сформированной системы ООПТ по отношению к БР региона и разработать рекомендации для повышения этого показателя за счет новых ООПТ.

Основой научного обоснования развития системы ООПТ является экологический кадастр РС, разрабатываемый в соответствии с установками флористической классификации (подход Браун–Бланке). Подход Браун–Бланке в настоящее время играет роль международного синтаксономического эсперанто и в 1980 – 2000-е гг. получил широкое распространение в России (Миркин, Наумова, 2011; Mirkin, Ermakov, 2010).

Высоким уровнем развития синтаксономии отличается Республика Башкортостан (РБ), где выполнены обобщения о растительности коренных лесов (Мартыненко, 2009) и травяной растительности (Ямалов, 2011).

В этой статье дается краткая характеристика синтаксономии растительности РБ, показан опыт оценки природоохранной ценности РС и уровня обеспеченности их охраной.

### *Современное состояние синтаксономии растительности РБ*

История становления синтаксономии в РБ описана в статье Б. М. Миркина с соавторами (2007). Кроме того, был опубликован «Продромус растительных сообществ Республики Башкортостан» (Ямалов и др., 2004). Отметим, что особенно продуктивными синтаксономические исследования были в 2000-е гг. В это время была опубликована серия монографий об охраняемых природных территориях РБ (Мартыненко и др., 2003, 2005, 2007; Флора..., 2008, 2010) и коллективная монография о синантропной растительности РБ (Синантропная..., 2008). Результаты синтаксономических исследований были обобщены в докторских диссертациях В. Б. Мартыненко (2009) и С. М. Ямалова (2011).

В табл. 1 показано современное состояние синтаксономии растительности РБ. В неё включены новые валидно опубликованные синтаксоны, а также традиционные синтаксоны, в последнем случае, кроме публикаций, использовались также депонированные рукописи. Порядок синтаксономистов – по алфавиту.

Структура синтаксономии растительности РБ на 2011 г.  
(общее число ассоциаций / число новых синтаксонов)

Класс	Количество ассоциаций	Основные синтаксономисты
1	2	3
Водная и прибрежно-водная растительность		
<i>Lemnetea</i> R. Tx. ex de Bolòs et Masclans 1955	9/0	З. Б. Бактыбаева, Я. М. Голованов, И. Н. Григорьев, С. С. Петров, А. И. Соломещ, S. Klotz, U. Köck
<i>Potametea</i> Klika 1941	21/0	Я. М. Голованов, И. Н. Григорьев, С. С. Петров, А. И. Соломещ, S. Klotz, U. Köck
<i>Phragmiti-Magnocaricetea</i> Klika 1941	28/2	З. Б. Бактыбаева, И. Н. Григорьев, С. С. Петров, А. И. Соломещ, С. М. Ямалов, S. Klotz, U. Köck
<i>Littorelletea</i> R. Tx. 1947	1/0	А. И. Соломещ, S. Klotz, U. Köck
<i>Isoeto-Nanojuncetea</i> Br.-Bl. et R.Tx. ex Westhoff et al. 1946	1/1	А. И. Соломещ
Синантропная растительность		
<i>Bidentetea tripartitae</i> R.Tx., Lohmeyer et Preising 1950	1/0	Я. М. Голованов, А. Р. Ишбирдин, Г. Я. Суюндукова, С. М. Ямалов
<i>Secalietea</i> R.Tx., Lohmeyer et Preising 1950	7/7	Л. М. Абрамова, Б. М. Миркин, К. М. Рудаков, Г. Я. Суюндукова, Э. Ф. Шайхисламова, С. М. Ямалов
<i>Chenopodietea</i> Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1952	20/15	А. Р. Ишбирдин, Л. М. Ишбирдина, Б. М. Миркин, М. Т. Сахапов, А. И. Соломещ, Г. Я. Суюндукова, С. М. Ямалов
<i>Artemisietea vulgaris</i> Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951	17/14	Л. М. Абрамова, А. Р. Ишбирдин, Л. М. Ишбирдина, Б. М. Миркин, К. М. Рудаков, М. Т. Сахапов, А. И. Соломещ, Г. Я. Суюндукова, С. М. Ямалов
<i>Galio-Urticetea</i> Passarge ex Kopecký 1969	7/6	Р. Ш. Кашапов, Н. М. Сайфуллина, Р. М. Хазиахметов, С. М. Ямалов, S. Klotz, U. Köck
<i>Agropyretea repentis</i> Oberd. et al. 1967	3/3	А. Р. Ишбирдин, Б. М. Миркин, М. Т. Сахапов, Г. Я. Суюндукова, С. М. Ямалов
<i>Plantaginetea majoris</i> R. Tx. et Preising in R. Tx. 1950	11/3	А. Р. Ишбирдин, Л. М. Ишбирдина, Б. М. Миркин, М. Т. Сахапов, А. И. Соломещ, Г. Я. Суюндукова, С. М. Ямалов, S. Klotz, U. Köck
<i>Polygono-Artemisietea austriacae</i> Mirkin, Sakhapov et Solomeshch in Mirkin et al. 1986	4/4	Л. М. Абрамова, Б. М. Миркин, М. С. Сайтов, М. Т. Сахапов, А. И. Соломещ, С. М. Ямалов
<i>Urtico-Sambucetea</i> Doing 1962 em Passarge 1968	1/0	А. Р. Ишбирдин, Л. М. Ишбирдина

Продолжение табл. 1

1	2	3
<i>Robinietaea</i> Jurko ex Hadač et Sofron 1980	1/1	А. Р. Ишбирдин, Л. М. Ишбирдина
Растительность засоленных почв		
<i>Thero-Salicornietea</i> Tx. in Tx. et Oberd. 1958	4/3	В. Б. Голуб, Д. Н. Карпов, Т. М. Лысенко, Н. А. Юрицина
<i>Scorzonero-Juncetea gerardii</i> Golub et al. 2001	9/9	В. Б. Голуб, Д. Н. Карпов, Т. М. Лысенко, S. Klotz, U. Köck
<i>Festuco-Puccinellietea</i> Soó ex Vicherek 1973	14/14	В. Б. Голуб, Д. Н. Карпов, Т. М. Лысенко, Б. М. Миркин
Луговая растительность		
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i> R. Tx. 1937	43/35	А. В. Баянов, И. Н. Григорьев, Р. Ш. Кашапов, Б. М. Миркин, А. И. Соломещ, Л. А. Султангареева, А. А. Филинов, С. М. Ямалов, S. Klotz, U. Köck
<i>Trifolio-Geranietaea sanguinei</i> Th. Müller 1962	3/3	С. В. Кучерова, С. М. Ямалов, S. Klotz, U. Köck
Степная растительность		
<i>Festuco-Brometea</i> Br.-Bl. et R. Tx. in Br.-Bl. 1949	26/26	А. В. Баянов, Т. В. Жирнова, М. С. Саитов, А. И. Соломещ, Л. А. Султангареева, С. М. Ямалов, R. Schubert
Аркто-альпийская и наскальная растительность		
<i>Montio-Cardaminetea</i> Br.-Bl. et R. Tx. 1943	2/1	Э. З. Баишева, А. И. Соломещ
<i>Caricetea curvulae</i> Br.-Bl. 1948	4/4	А. Р. Ишбирдин, Р. Ю. Муллагулов
<i>Loiseleurio-Vaccinietaea</i> Egger 1952	3/2	А. Р. Ишбирдин, Р. Ю. Муллагулов
<i>Mulgedio-Aconitetea</i> Hadač et Klika in Klika et Hadač 1944	5/5	А. Р. Ишбирдин, А. А. Мулдашев, Р. Ю. Муллагулов, С. М. Ямалов
Лесная растительность		
<i>Quercu-Fagetea</i> Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937	28/27	О. Ю. Жигунов, В. Б. Мартыненко, А. И. Соломещ, Л. А. Султангареева, Н. И. Федоров, П. С. Широких, R. Schubert
<i>Vaccinio-Piceetea</i> Br.-Bl. in Br.-Bl., Siss. et Vlieger 1939	13/10	С. Н. Жигунова, В. Б. Мартыненко, А. И. Соломещ, П. С. Широких
<i>Brachypodio pinnati-Betuletea pendulae</i> Ermakov, Korolyuk et Lashchinsky 1991	10/10	В. Б. Мартыненко, А. И. Соломещ, П. С. Широких
<i>Salicetea purpureae</i> Moor 1958	3/2	А. И. Соломещ, Р. М. Хазиахметов
Болотная растительность		
<i>Oxycocco-Sphagnetea</i> Br.-Bl. et R. Tx. ex Westhoff et al. 1946	1/1	А. Р. Ишбирдин, Р. Ю. Муллагулов
<i>Alnetea glutinosae</i> Br.-Bl. et R. Tx. ex Westhoff et al. 1946	3/2	В. Б. Мартыненко, А. И. Соломещ, Р. М. Хазиахметов
<i>Vaccinietaea uliginosi</i> Lohmeyer et Tx. in Tx. 1955	1/0	И. Н. Григорьев, В. Б. Мартыненко, А. И. Соломещ

1	2	3
Моховая растительность		
<i>Platyhypnidio-Fontinalietea antipyreticae</i> Philippi 1956	4/0	Э. З. Баишева, А. И. Соломещ
<i>Cladonio digitatae-Lepidozieta repantantis</i> Jezek et Vondráček 1962	5/3	Э. З. Баишева
<i>Hylocomietea splendidis</i> Marstaller 1992	1/0	Э. З. Баишева
<i>Frullanio dilatatae-Leucodontetea sciuroidis</i> Mohan 1978	6/2	Э. З. Баишева

В настоящее время выявлено 320 ассоциаций, из которых 215 описано впервые, число классов – 36. Очевидно, что традиционные ассоциации представляют классы экстразональной растительности – водных макрофитов и синантропных сообществ. Во всех прочих классах преобладают новые ассоциации, отражающие своеобразие природного комплекса РБ.

#### *Система оценки природоохранной ценности РС синтаксонов*

Международным союзом охраны природы и природных ресурсов (IUCN) разработана шкала редкости для видов растений и животных (1995 г.). Она построена на основе учета двух ведущих параметров – тенденции сокращения ареала и редкости объекта охраны. Оценка природоохранной значимости РС выполняется по аналогии с системой оценки видов IUCN при использовании дополнительных характеристик – видовое богатство РС, наличие в их составе редких видов, место РС в сукцессионных рядах, их способность к самовосстановлению и др.

На основе анализа и обобщения опыта российских исследователей и зарубежных коллег в лаборатории геоботаники и охраны растительности Института биологии УНЦ РАН под руководством А. И. Соломеща был определен набор ключевых характеристик и разработаны шкалы оценки природоохранной значимости РС ранга ассоциации методом экспертных оценок. Первоначально РС получают экспертную оценку в баллах по шести относительно независимым друг от друга базовым критериям: флористико-фитосоциологическая значимость, редкость, сокращение ареала, способность к самовосстановлению, естественность и обеспеченность охраной. На основе этих критериев определяются два интегральных показателя, имеющих принципиальное значение для выявления природоохранного статуса РС – категория охраны и опасность исчезновения.

Рассмотрим критерии природоохранной значимости РС.

**Флористико-фитосоциологическая значимость (F).** Это обобщенный показатель, на величину которого влияют: наличие редких видов (виды Красных книг, эндемики, реликты, виды на границе ареала), уникальность РС (сочетание видов разных классов растительности, расположение вблизи границы ареала), видовое богатство и сложность структуры РС. В тех случаях, когда в составе РС нет редких видов, флористико-фитосоциологическая значимость повышается присутствием

видов, произрастающих на границе ареала, и уникальностью флористического состава (например, совмещением видов европейского и сибирского типов ареала). Этот показатель оценивается по четырехбалльной шкале: от 1 (очень высокая) до 4 (низкая).

**Редкость (R).** Показатель служит для характеристики распространения РС и зависит от размера их ареалов и от того, насколько часто РС встречаются в пределах своего ареала. Для оценки редкости использована шкала из семи градаций: от R0 (широкий ареал, высокая встречаемость, крупный размер РС) до R7 (узкий ареал, низкая встречаемость, мелкий размер РС).

**Естественность (N).** Показатель характеризует степень близости РС к своему первоначальному состоянию. Шкала включает пять градаций: от 1 (климаксовые – коренные старовозрастные леса, болота, водная, высокогорная и наскальная растительность) до 5 (синантропные – рудеральные РС сильно сбитых пастбищ, интенсивно выгнанных местообитаний, первых стадий восстановительных сукцессий на сильно нарушенных местообитаниях, сегетальные РС агроценозов).

**Сокращение площади (D).** Показатель отражает современное состояние РС и тенденции дальнейшего изменения занимаемой ими территории. Шкала включает четыре градации сокращения площади: от 1 (на 80% и более) до 4 (менее 30%).

**Восстанавливаемость (V).** Показатель восстановительного потенциала РС, который измеряется продолжительность периода, необходимого для восстановления. Используется шкала из пяти градаций времени восстановления: от 0 (не восстанавливаются) и 1 (восстанавливаются за 100 лет и более) до 4 (восстанавливаются за 10 и менее лет).

**Обеспеченность охраной (P).** Показатель, который в совокупности с тенденцией к сокращению ареала и способностью к восстановлению позволяет оценить опасность исчезновения РС. Шкала оценки включает пять градаций по доле РС, для сохранения которых уже приняты необходимые меры: от 0 (не охраняется) до 4 (охраняется более 70%).

**Опасность исчезновения (угрожаемость, T).** Важнейший критерий, по которому оценивается необходимость охраны РС. Опасность исчезновения может зависеть и от того, насколько территория, занимаемая РС, пригодна для удовлетворения тех или иных потребностей людей (для нужд сельского хозяйства, добычи полезных ископаемых, рекреации, строительства городов, водохранилищ и т.п.). Это интегральный показатель, который обобщает рассмотренные ранее критерии природоохранной значимости. Шкала состоит из четырех градаций состояния РС: от 1 (на грани исчезновения) до 4 (риск исчезновения невелик).

**Категория охраны (C).** Отражает ценность РС как объекта охраны. Это также интегральный показатель, который оценивается на основе флористико-фитосоциологической значимости, естественности и опасности исчезновения. Шкала включает четыре градации ценности: от 1 (высшая) до 4 (низкая).

Следует отметить, что эта система оценки природоохранной ценности РС не лишена недостатков и нуждается в совершенствовании, так как она основывается на субъективных оценках экспертов, не всегда подкрепленных фактическим материалом. В настоящее время в РБ нет геоботанической карты достаточно крупного

масштаба, которая позволила бы более точно оценить степень редкости РС. Нет и результатов долговременного мониторинга на постоянных площадках, которые позволили бы оценить потенциал и скорость восстановления разных РС.

Тем не менее, с учетом большого опыта экспертов, которые оценивали природоохранную ценность РС, можно полагать, что предлагаемая система позволяет достаточно объективно отразить распространение и тенденции динамики разных типов РС на территории РБ.

### ОПЫТ ОЦЕНКИ ПРИРОДООХРАННОЙ ЦЕННОСТИ РС

Вследствие ограниченного объема статьи в ней не рассматривается природоохранная ценность РС на уровне ассоциаций, оценки даны на уровне классов растительности (табл. 2) – неморальных лесов (*Quercus-Fagetum*), гемибореальных лесов (*Brachypodium-Betuletum*), бореальных лесов (*Vaccinium-Piceetum*), степей (*Festuco-Brometum*) и вторичных лугов (*Molinio-Arrhenatheretum*). В обработку были включены не все ассоциации классов, тем не менее, их число было достаточным для репрезентативной характеристики степени природоохранной ценности РС. Поскольку статья не носит синтаксономического характера, авторы ассоциаций, упомянутых в тексте, не указаны.

Таблица 2

Оценка природоохранной ценности РС разных классов лесной, луговой и степной растительности

Классы	Число изученных ассоциаций	Критерии оценки							
		F	R	N	D	V	P	T	C
<i>Quercus-Fagetum</i>	11	2.2	5.9	1.4	2.0	0.9	0.9	2.4	1.8
<i>Brachypodium-Betuletum</i>	6	2.2	5.5	1.5	2.3	1.0	1.0	2.7	2.0
<i>Vaccinium-Piceetum</i>	4	1.7	5.2	1.2	2.0	1.0	1.0	2.8	2.0
<i>Molinio-Arrhenatheretum</i>	18	3.0	3.5	3.0	2.9	3.5	1.0	2.8	2.5
<i>Festuco-Brometum</i>	16	1.4	3.0	3.0	1.4	2.0	1.4	2.3	1.8

**Флористическая и фитосоциологическая значимость.** Этот показатель измеряется в пределах от 1 (лесные РС – *Viola-Piceetum*, *Ceraso-Pinetum*, *Zigadenopinetum* и степные РС – *Amorio-Stipetum*, *Poo-Stipetum*, *Hedysaro-Centauretum*) до 4 (РС вторичных лугов – *Elytrigio-Bromopsidetum*, *Loto-Agrostietum*, *Agrostio-Festucetum*). Достаточно наглядны и оценки по классам: наибольшую значимость представляют РС бореальных лесов (класс *Vaccinium-Piceetum* – 1.7) и степей (*Festuco-Brometum* – 1.4). У этих РС уникальный флористический состав, насыщенный краснокнижными видами. Наименьшую значимость имеют РС вторичных послелесных лугов (класс *Molinio-Arrhenatheretum* – 3.0).

**Редкость.** К редким относятся РС большинства ассоциаций лесов (5.7). Для РС большинства ассоциаций лугов и степей этот показатель ниже, хотя высоким значением отличаются РС ассоциаций *Diantho-Saponarietum* и *Minuartio-Festucetum*, имеющие узкий ареал и низкую встречаемость. Достаточно четко разница оценок редкости РС проявляется и на уровне классов. Для РС классов лесов

значения редкости превышают 5, причем особенно редкими являются РС неморальных лесов (5.9). Для РС классов луговой и степной растительности этот показатель много ниже (соответственно 3.5 и 3.0).

**Естественность.** Этот показатель отражает природу РС вне зависимости от региона. РС коренных лесов имеют соответственно более высокие оценки (1.2 – 1.5), чем РС лугов и степей (3.0). Луга являются вторичными РС, а степи в значительной мере трансформированы выпасом.

**Сокращение площади.** Для РС большинства ассоциаций отмечено сокращение площади (оценки 2.0 – 2.3, т. е. от 80 до 30%). Лишь для РС степей этот показатель ниже (1 – 2), так как площадь степей уже сократилась, и они сохранились только на непригодном для пашни рельефе.

**Восстанавливаемость.** Для восстановления РС лесов требуется 100 и более лет, восстановление РС на степных залежах происходит в течение 20 – 100 лет (на скорость восстановления влияет наличие источников семян из находящихся поблизости степных РС). Луговые РС восстанавливаются наиболее быстро – в течение 10 – 20 лет. Выявлены реликтовые ассоциации лесов *Violo-Piceetum* и *Anemonastro-Laricetum*, которые после уничтожения не восстанавливаются.

**Обеспеченность охраной.** РС всех классов растительности охраняются на 20% их площади, причем есть целый ряд РС, которые вообще не охраняются. Больше всего таких РС в широколиственных лесах (*Lasero-Quercetum*, *Ficario-Alnetum*, *Frangulo-Piceetum* и др.). Не обеспечены охраной РС лугов (*Anthoxantho-Agrostietum*, *Drabo-Primuletum*, *Loto-Agrostietum*) и степей (*Amorio-Stipetum* и *Poo-Cotoneastretum*).

При оценке этого показателя на уровне классов следует учитывать, что приведенные в табл. 2 значения отражают «площадную» характеристику, т. е. долю РС класса в охраняемых природных территориях. Если оценивать степень обеспеченности охраной синтаксономического разнообразия, то эти оценки изменятся: в РБ леса охраняются на территории трех заповедников и одного национального парка, в которых представлены РС большинства ассоциаций. Представленность луговых и степных РС на этих территориях незначительна (охраняются РС лишь некоторых ассоциаций).

**Опасность исчезновения.** Риск исчезновения особенно велик для РС неморальных лесов, находящихся на восточной границе ареала, и для степей, которые трансформируются под влиянием выпаса. Впрочем, риск исчезновения велик и для РС других классов.

**Категория охраны.** Наибольшее число РС, которые получили высший балл категории охраны (1), представляют широколиственные леса (*Lasero-Quercetum*, *Carici-Pinetum*, *Ficario-Alnetum*, *Violo-Piceetum*). Такую же оценку получили РС двух ассоциаций гемибореальных лесов (*Anemonastro-Laricetum*, *Ceraso-Pinetum*), РС одной ассоциации бореальных лесов (*Zigadeno-Pinetum*) и РС двух ассоциаций лугов (*Anthoxantho-Agrostietum*, *Drabo-Primuletum*). Остро нуждаются в охране РС большинство ассоциаций степей, лишь РС трех ассоциаций (*Amygdalo-Stipetum*, *Centaureo-Poetum*, *Hedysaro-Centauretum*) получили оценку 3 балла, так как охраняются на территории действующих ООПТ.

## СОХРАНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ

Как уже отмечалось, синтаксономическое разнообразие лесной растительности охраняется достаточно хорошо, значительно хуже ситуация с охраной синтаксономического разнообразия травяной растительности (табл. 3). На территории заповедников охраной охвачены РС только 19% ассоциаций и безранговых сообществ лугов и 12% – степей. Значительная часть РС, соответственно 57% ассоциаций лугов и 35% ассоциаций степей, не обеспечена охраной и продолжает испытывать влияние антропогенных факторов.

**Таблица 3**

Представленность синтаксонов лугов и степей в действующих ООПТ

Порядок	Число ассоциаций и сообществ				
	всего	охраняется			не охраняется
		в заповедниках	в национальных и природных парках	в других ООПТ	
<i>Класс Molinio-Arrhenatheretea</i>					
<i>Arrhenatheretalia</i> (настоящие луга)	12	1	0	2	9
<i>Galietaalia veri</i> (остепненные луга)	18	1	4	1	12
<i>Carici-Crepidetalia</i> (лесные луга)	12	6	3	0	3
Всего (число / %)	42 / 100	8 / 19	7 / 17	3 / 7	24 / 57
<i>Класс Festuco-Brometea</i>					
<i>Festucetalia valesiacaе</i> (луговые степи)	9	1	3	2	3
<i>Helictotricho-Stipetalia</i> (настоящие степи)	25	3	8	5	9
Всего (число / %)	34 / 100	4 / 12	11 / 32	7 / 21	12 / 35

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, можно сделать вывод о том, что синтаксономия растительности РБ к настоящему времени разработана достаточно полно. Предложена оригинальная система оценки природоохранной ценности РС разных синтаксонов. Использование этой системы для оценки степени защищенности РС лесов, лугов и степей показало, что значительная часть синтаксономического разнообразия растительности охраняется на территории ООПТ, тем не менее, этой защиты недостаточно. В первую очередь это касается степей и лугов, для сохранения которых необходимо организовать новые ООПТ. Задачей дальнейших исследований фитоценологов РБ является создание Зелёной книги.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Мартыненко В. Б.* Синтаксономия лесов Южного Урала как теоретическая основа развития системы их охраны : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Уфа, 2009. 32 с.
- Мартыненко В. Б., Жигонова С. Н., Соломец А. И.* Синтаксономия водоохранных защитных лесов Уфимского плато // Водоохранный защитные леса Уфимского плато : экология, синтаксономия и природоохранная значимость / под ред. А. Ю. Кулагина. Уфа : Гилем, 2007. С. 166 – 229.
- Мартыненко В. Б., Соломец А. И., Жирнова Т. В.* Леса Башкирского государственного природного заповедника : синтаксономия и природоохранная значимость. Уфа : Гилем, 2003. 203 с.

Б. М. Миркин, В. Б. Мартыненко, С. М. Ямалов и др.

*Мартыненко В. Б., Ямалов С. М., Жигунов О. Ю., Филинов А. А.* Растительность государственного природного заповедника «Шульган-Таш». Уфа : Гилем, 2005. 272 с.

*Миркин Б. М., Наумова Л. Г.* Анализ потока синтаксономической информации в журнале «Растительность России» за 10 лет // Растительность России. 2011. № 19. С. 127 – 130.

*Миркин Б. М., Ямалов С. М., Мартыненко В. Б.* Синтаксономия растительности Башкортостана : 25 лет развития (1979 – 2004) // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2007. Т. 112, вып. 1. С. 72 – 77.

Синантропная растительность Зауралья и горно-лесной зоны Республики Башкортостан : фиторекультивационный эффект, синтаксономия, динамика. Уфа : Гилем, 2008. 512 с.

Флора и растительность Южно-Уральского государственного заповедника. Уфа : Гилем, 2008. 528 с.

Флора и растительность Национального парка «Башкирия» (синтаксономия, антропогенная динамика, экологическое зонирование) / под ред. Б. М. Миркина. Уфа : Гилем, 2010. 512 с.

*Ямалов С. М.* Синтаксономия и динамика травяной растительности Южно-Уральского региона : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Уфа, 2011. 32 с.

*Ямалов С. М., Мартыненко В. Б., Голуб В. Б., Башиева Э. З.* Прогноз растительных сообществ Республики Башкортостан. Уфа : Гилем, 2004. 62 с.

*Mirkin B. M., Ermakov N. B.* The history of Braun-Blanquet approach application and the modern state of syntaxonomy in Russia // Braun – Blanquetia. Recueil de travaux de geobotanique. 2010. Vol. 46. P. 47 – 54.

УДК 581.553(470-13)

**РАЗНООБРАЗИЕ ВЫСШИХ СИНТАКСОНОВ  
ВНУТРИКОНТИНЕНТАЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
СИЛЬНО ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ЮГА РОССИИ  
И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В РАМКАХ  
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ**

**И. А. Рухленко**

*Волжский университет имени В. Н. Татищева (институт)  
Россия, 445020, Тольятти, Ленинградская, 16  
E-mail: dekf@vuit.ru*

Поступила в редакцию 18.05.12 г.

**Разнообразие высших синтаксонов внутриконтинентальной растительности сильно засоленных почв юга России и сопредельных территорий в рамках устойчивого развития и сохранения биоразнообразия.** – Рухленко И. А. – В связи с ожидаемыми глобальными изменениями климата одной из важных проблем устойчивого развития может стать проблема изменения площадей засоленных почв. Поэтому изучение существующего разнообразия галофитных растительных сообществ становится актуальной задачей. В статье кратко рассматривается изученное разнообразие растительности сильно засоленных почв юга России и сопредельных территорий в рамках системы классификации Браун–Бланке.

*Ключевые слова:* территории с засоленными почвами, галофитные растительные сообщества, направление Браун–Бланке.

**Higher syntaxa variety of the inland vegetation of strongly salted soils of Southern Russia and adjacent territories within the framework of sustainable development and biodiversity preservation.** – Rukhlenko I. A. – In connection with the expected global climate changes, one of the main problems of sustainable development may be changes of the saline soil areas. Therefore, studying of the existing variety of halophytic vegetation communities is an urgent issue. The paper briefly describes the surveyed vegetation variety of some strongly salted soils in Southern Russia and adjacent territories within the framework of the Braun–Blanquet classification system.

*Key words:* saline soils territories, halophytic plant communities, Braun–Blanquet approach.

**ВВЕДЕНИЕ**

Из-за возможных глобальных изменений климата одной из важных проблем устойчивого развития представляется изменение площадей засоленных почв как в мире в целом, так и в России и на сопредельных территориях. Для России этот вопрос может стать особенно актуальным в отношении южных регионов. В странах СНГ засоленные и подверженные засолению почвы занимают 218 млн га, или около 10% территории, в том числе солончаки и солончаковые почвы – 140 млн га (Шамсутдинов и др., 2001). Т.е. засоленные территории занимают огромные площади, во многих случаях расположенные в районах, активно используемых в народном хозяйстве (дельты рек, аллювиальные равнины и др.). Хозяйственная деятельность человека нередко сама провоцирует засоление сельскохозяйственных

угодий, особенно в регионах, где природные условия благоприятствуют процессам засоления почв. Во многих случаях территории, подвергшиеся засолению, выбывают из фонда используемых земель на очень долгое время, если не навсегда. В первую очередь это относится к сильнозасоленным почвам, например, солончакам разных типов. Однако в некоторых случаях, растительность солончаков активно используется в народном хозяйстве (см. ниже класс *Aeluropodetea littoralis*).

Наконец, не следует забывать, что биоценозы, развивающиеся на сильно засоленных почвах, представляют собой уникальные природные комплексы (с уникальными биологическими видами) и являются одной из интереснейших частей биологического разнообразия Земли. Поэтому в рамках устойчивого развития актуален вопрос сохранения биологического разнообразия исходных природных комплексов сильно засоленных территорий.

Очевидно, что любые попытки исследования и использования экосистем засоленных территорий должны начинаться с изучения их разнообразия, создания классификации и инвентаризации данных объектов.

### **КЛАССЫ ГАЛОФИТНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ**

Галофитные растительные сообщества бывшего СССР были традиционным объектом исследований сразу нескольких поколений геоботаников. К сожалению, более ранние исследования проводились в рамках доминантного подхода, в то время как за рубежом получило всеобщее признание фитосоциологическое направление Браун–Бланке. Такое различие в подходах создавало трудности при сравнении разнообразия и объема синтаксонов растительности, установленных геоботаниками СССР, с разнообразием растительных сообществ других частей Евразии.

Однако в течение уже целого ряда десятилетий исследования в рамках направления Браун–Бланке проводятся и на территории России и сопредельных территорий, что в итоге позволило составить достаточно подробное представление о разнообразии растительных сообществ бывшего СССР уже в рамках системы классификации Браун–Бланке. В ходе проведенной работы стало ясно, что разнообразие галофитных растительных сообществ на территории бывшего СССР выше, чем, например, в странах западной Европы. В первую очередь это касается южных регионов России, Средней и Центральной Азии. Поэтому во многих случаях схему синтаксономии галофитных растительных сообществ приходилось расширять путем введения новых синтаксонов, характерных только для исследованных территорий. Кроме того, расширение исследований на новые территории нередко заставляло по-новому взглянуть и на уже установленные высшие синтаксоны растительности, на их объем и характеристику, что в некоторых случаях привело к ревизии уже принятых схем классификации растительности сильно засоленных почв (например, Рухленко, 2012; Golub et al., 2001).

Полная сводка высших синтаксонов галофитной растительности России была недавно опубликована в монографии «Современное состояние основных концепций науки о растительности» (Миркин, Наумова, 2012).

Однако при включении еще и сопредельных территорий придётся несколько расширить этот список, в первую очередь за счет дополнительных синтаксонов наземных растительных сообществ сильнозасоленных почв и солончаков. Изученное разнообразие сообществ сильно засоленных почв в южных регионах России и на сопредельных территориях представлено 6 классами. Кроме того, будущие исследования почти наверняка приведут к добавлению еще двух новых классов в состав галофитной и гипергалофитной растительности обсуждаемого региона.

#### 1. Класс *Crypsietea aculeatae* Vicherek 1973

Бедные видами низкотравные внутриконтинентальные сообщества преимущественно однолетних галофитных злаков (с преобладанием рода *Crypsis*), развивающиеся в условиях остропеременного режима увлажнения и засоления (Šumberová, 2007). Почвы нередко сильно засолены (вплоть до солончака) – концентрация солей в верхнем слое почвы может достигать 2% и выше (Юрицина, 2010).

В России сообщества данного класса описаны в основном в регионе Северного Прикаспия (Рухленко, 1995; Голуб, Юрицина, 2001; Юрицина, 2010; Golub, Mirkin, 1986) и отнесены к порядку *Lepidietalia latifolii* Golub et V. Slkh. in Golub 1995, союзу *Lepidion latifolii* Golub et Mirk. in Golub 1995 (Golub, 1995). В последней сводке (Миркин, Наумова, 2012) порядок *Lepidietalia latifolii* признан синонимом порядка *Crypsietalia aculeatae* Vicherek 1973, а союз *Lepidion latifolii* признан синонимом союза *Cypero-Spergularion salinae* Slavnić 1948.

#### 2. Класс *Thero-Salicornietea* R.Tx et Oberd. 1958

Сообщества однолетних «пионерных» гипергалофитов суккулентного облика на увлажненных (мокрых) солончаках. Могут произрастать как на увлажненных береговых полосах различных соленых водоемов (морей, солёных озёр, лиманов, солёных ручьев), так и на недавно освободившихся участках после отступления солёной воды. Как правило, на периодически затопливаемых засоленных территориях. Иногда просто в сильнозасоленных понижениях рельефа, но обязательно с высоким уровнем влажности почвы.

Сообщества этого класса весьма характерны для сильно засоленных территорий в южных регионах России (Freitag et al., 2001).

#### 3. Класс *Aeluropodetea littoralis* Golub, Lysenko, Rukhlenko et Karpov 2001

Галофитные сообщества с преобладанием гемикриптофитов в пустыне. Описаны в Туркмении на солончаках и сильнозасоленных почвах с хлоридно-сульфатным и хлоридным типом засоления тяжелого механического состава, подверженных периодическому затоплению водами р. Атрек. Это луговоподобные сообщества, замещающие в средней Азии класс *Scorzonero-Juncetea gerardii* (Голуб и др., 2001).

Класс имеет в своем составе 1 порядок (*Aeluropodetalia littoralis* Rukhlenko 2001), 2 союза (*Suaedo paradoxae-Aeluropodion littoralis* Rukhlenko 2001, *Cynodonto-Juncion gerardii* Rukhlenko 2001) и 9 ассоциаций (Rukhlenko, 2001).

В отличие от подавляющего большинства других галофитных сообществ, произрастающих на солончаках, растительные сообщества этого класса интенсивно используются под пастбища, в первую очередь из-за преобладания в составе сообществ ценного кормового злака *Aeluropus littoralis*.

4. Класс *Kalidietea foliati* Mirkin et al. in Rukhlenko 2012

В 2001 г. группой авторов была проведена ревизия гипергалофитных сообществ класса *Salicornietea fruticosae* Br.-Bl. et Tx. ex de Bolòs y Vayreda 1950 на территории Евразии (Golub et al., 2001). В результате ревизии в составе класса *Salicornietea fruticosae* были выделены два подкласса: *Arthrocnemenea* Golub et al. 2001 и *Kalidienea* Golub et al. 2001, различающиеся между собой достаточно серьезно.

В 2012 г. было предложено разделить класс *Salicornietea fruticosae* на два разных класса – собственно класс *Salicornietea fruticosae* (в основном средиземноморский) и новый класс внутриконтинентальной гипергалофитной растительности Евразии – *Kalidietea foliati* Mirkin et al. in Rukhlenko 2012. Новый класс был выделен за счет повышения ранга ранее выделенного подкласса *Kalidienea* Golub et al. 2001. Это решение, в первую очередь, основывалось на значительных флористических различиях между приморскими сообществами (в основном средиземноморского) класса *Salicornietea fruticosae* и внутриконтинентальными сообществами нового класса (Рухленко, 2012).

Класс *Kalidietea foliati* является географическим аналогом класса *Salicornietea fruticosae* в континентальных условиях юга Восточной Европы, Казахстана, Средней Азии, Ирана и Монголии. К этому классу относятся главным образом внутриконтинентальные сообщества многолетних суккулентных гипергалофитов с преобладанием кустарничков, полукустарничков и кустарников (*Halocnemum*, *Halostachys*, *Kalidium*), встречающиеся на солончаках различных типов. Прибрежные сообщества этого класса встречаются, как правило, не вдоль открытых морских побережий, а около озер морского происхождения, заливов, лиманов и т.п.

В современную схему растительных сообществ класса *Kalidietea foliati* входит 3 порядка (*Halimionietalia verruciferae* Golub, Rukhlenko, Sokoloff 2001, *Kalidietalia caspici* Golub, Rukhlenko, Sokoloff 2001, *Kalidietalia gracilis* Mirkin in Golub et al. 2001); 6 союзов (*Artemisio santonici-Puccinellion fominii* Shelyag-Sosonko et al. 1989, *Artemisio nitrosae-Puccinellion tenuissimae* Rukhlenko 2011, *Kalidion caspici* Golub, Rukhlenko, Sokoloff 2001, *Climacopteron lanatae* Berdiev et Golub in Golub 1995, *Aeluropodion littoralis* Berdiev et Golub in Golub 1995, *Kalidion gracilis* Mirkin in Golub et al. 2001); 47 растительных ассоциаций и 2 сообщества (Рухленко, 2008 а, 2011).

5. Класс *Nitrarietea schoberi* Rukhlenko 2008

Недавно выделенный класс галофитной растительности. Выделен в результате собственных полевых исследований, а также анализа литературных данных более ранних исследований, выполненных в рамках доминантного подхода (Аджигитова, 1973; Рухленко, 2008 б). Следует отметить, что галофитные сообщества, характерные для этого класса, были выделены также и на территории Ирана, причем тоже в отдельную группу, но только безранговую (Akhani, 2004).

К классу *Nitrarietea schoberi* относятся галофитные сообщества Средней Азии с преобладанием многолетних галофитных кустарников на засоленных почвах легкого механического состава (песчаных и супесчаных) или на припесчаненных с поверхности солончаках. В настоящее время в составе класса насчитывается 1 по-

рядок (*Nitrarietalia schoberi*), 2 союза (*Salsolo-Nitrarion schoberi*, *Halostachio-Nitrarion schoberi*) и пока всего 3 растительные ассоциации (Рухленко, 2008б).

#### 6. Класс *Nerio-Tamaricetea* Br.-Bl. et Bólos 1967

Сообщества с преобладанием кустарников и небольших деревьев рода *Tamarix* в аридных и субаридных зонах. Экотопы, занимаемые этими фитоценозами, характеризуются высоким уровнем залегания грунтовых вод и, как правило, засоленными почвами. Многие растительные сообщества этого класса (например, в Средней Азии) вполне обычны и на сильно засоленных почвах и даже на солончаках. Местообитания сообществ порядка и класса обычно приурочены к долинам временных или постоянных водотоков, а также к ирригационным системам и оазисам, где высокое положение уровня грунтовых вод связано с антропогенными воздействиями на среду (Бармин, 2001).

На рассматриваемой территории сообщества класса описаны в долинах рек Волги и Амударьи и представлены порядком *Tamaricetalia ramosissimae* Golub 2001, двумя подпорядками (*Tamaricenalia ramosissimae* Golub 2001 и *Halimodendrenalia* Golub 2001) и 4 союзами: *Agropyri fragilis-Tamaricion ramosissimae* Golub 2001, *Elytrigio repentis-Tamaricion ramosissimae* Golub 2001, *Halimodendron* Golub et J.Kuzm. 1994 in Bakhiev et Golub, *Populion euphraticae* Golub 2001 (Бармин, 2001). Кроме того, галофитные сообщества класса *Nerio-Tamaricetea* были описаны и в пойме р. Атрек (Рухленко, 2001).

В более поздней сводке (Миркин, Наумова, 2012) порядок *Tamaricetalia ramosissimae* Golub 2001 признан синонимом порядка *Tamaricetalia ramosissimae* Borza et Voşcaiu 1965, а два озвученных выше союза даны под другим авторством: *Elytrigio repentis-Tamaricion ramosissimae* Golub et Kuzmina 1996, *Elytrigio repentis-Tamaricion ramosissimae* Golub et Kuzmina 1996.

Перечислим классы растительности, предположительно имеющиеся в России и на сопредельных территориях, но еще не описанные.

#### 7. Класс *Climacoptereatea crassae* Akhani 2004

Класс внутриконтинентальных однолетних галофитов, выделенный на территории Ирана. Включает в себя галофитные сообщества, составленные однолетними растениями преимущественно суккулентного облика (с преобладанием родов *Climacoptera* и *Petrosimonia*) на сильно засоленных почвах и солончаках, подверженных влиянию временных затоплений (и временного выщелачивания солей в верхнем слое почвы под действием затоплений). Сообщества класса характерны также для антропогенно нарушенных засоленных местообитаний (Akhani, 2004).

Анализ литературных данных (Аджигитова, 1973; Golub, Ćorbadze, 1989) показывает, что сообщества данного класса, скорее всего, встречаются не только в Иране, но и (очень вероятно) в Средней Азии, и даже на южных границах России. Однако этот вопрос требует дальнейшего изучения.

#### 8. Класс *Haxolylo-Salsoletea tomentosae* Akhani 2004

Класс выделен на территории Ирана (Akhani, 2004). Включает в себя галофитные кустарниковые и полудревесные сообщества на засоленных и сухих почвах с доминированием суккулентов (вероятно, имеется в виду доминирование представителей рода *Haloxylon*).

Аналогичные сообщества, без сомнения, распространены и на территориях бывшего СССР. Например, в Средней Азии древесные и кустарниковые сообщества с доминированием саксаула (*Haloxylon*) весьма распространены. Однако эти сообщества пока не затрагивались исследователями, работающими в рамках подхода Браун–Бланке на территории бывшего СССР и, безусловно, требуют дальнейших исследований.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Акжигитова Н. И.* Галофитная растительность // Растительный покров Узбекистана : в 4 т. / под ред. К. З. Закирова, И. И. Гранитова. Ташкент : Изд-во «Фан», 1973. Т. 2. С. 211 – 302.
- Бармин А. Н.* Высшие синтаксоны кл. Nerio-Tamaricetea Br.-Bl. Et Bolos 1957 на территории бывшего СССР // Аридные экосистемы. 2001. Т. 7, № 14 – 15. С. 138 – 144.
- Голуб В. Б., Лысенко Т. М., Карпов Д. Н., Рухленко И. А.* Внутриконтинентальные галофитные сообщества с преобладанием гемикриптофитов в СНГ и Монголии // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2001. Т. 106, № 1. С. 69 – 75.
- Голуб В. Б., Юрицина Н. А.* Некоторые галофитные сообщества Волго-Уральского междуречья // Бюл. «Самарская Лука». 2001. № 11. С. 29 – 37.
- Миркин Б. М., Наумова Л. Г.* Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа : Гилем, 2012. 488 с.
- Рухленко И. А.* Сообщества с доминированием тростника и рогоза в Астраханском заповеднике // Бюл. «Самарская Лука». 1995. № 6. С. 180 – 185.
- Рухленко И. А.* Сообщества класса Nerio-Tamaricetea в низовьях реки Атрек (Юго-Западная Туркмения) // Вестн. Волж. ун-та им. В. Н. Татищева. Сер. «Экология». 2001. Вып. 1. С. 62 – 69.
- Рухленко И. А.* Растительные сообщества союза *Climacopteron lanatae* кл. *Salicornietea fruticosae* в нижней части долины р. Атрек // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2008 а. Т. 10, № 2. С. 407 – 418.
- Рухленко И. А.* Сообщества нового класса *Nitrarietea schoberi* на территории Туркмении и Узбекистана // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2008 б. Т. 10, № 5/1. С. 113 – 118.
- Рухленко И. А.* Конспект сообществ подкласса *Kalidieae* Golub et al. 2001 (кл. *Salicornietea fruticosae*) на территории Евразии // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2011. Т. 13, № 5. С. 114 – 121.
- Рухленко И. А.* *Kalidieae foliati* cl. nova – новый класс внутриконтинентальной галофитной растительности Евразии // Вестн. Волж. ун-та им. В. Н. Татищева. 2012. № 3. С. 317 – 323.
- Шамсутдинов З. Ш., Савченко И. В., Шамсутдинов Н. З.* Галофиты России, их экологическая оценка и использование. М. : Эдэль-М, 2001. 399 с.
- Юрицина Н. А.* Класс *Crypsidetea aculeatae* Vicherek 1973 на крайнем юго-востоке Европы // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2010. Т. 12, № 1. С. 58 – 60.
- Akhani H.* Halophytic vegetation of Iran: towards a syntaxonomical classification // *Annali di botanica*. 2004. Vol. 4. P. 66 – 82.
- Freitag H., Golub V. B., Yuritsyna N. A.* Halophytic plant communities in the northern Caspian lowlands: 1, annual halophytic communities // *Phytocoenologia*. 2001. Vol. 31, № 1. P. 63 – 108.
- Golub V. B.* Halophytic, desert and semi-desert plant communities on the territory of the former USSR. *Togliatti : IEVB RAS*, 1995. 32 p.

## РАЗНООБРАЗИЕ ВЫСШИХ СИНТАКСОНОВ

*Golub V. B., Čorbadze N. B.* The communities of the order *Halostachyetalia* Topa 1939 in area of Western Substeppe Ilmens of the Volga Delta // *Folia Geobotanica*. 1989. Vol. 24, № 2. P. 113 – 130.

*Golub V. B., Mirkin B. M.* Grasslands of the Lower Volga Valley // *Folia geobotanica et phytotaxonomica*. 1986. Vol. 21, № 3. P. 337 – 395.

*Golub V. B., Rukhlenko I. A., Socoloff D. D.* Survey of communities of the class *Salicornietea fruticosae* // *Растительность России*. 2001. № 2. С. 87 – 98.

*Rukhlenko I. A.* The order *Aeluropodetalia littoralis* in the flood plain of Atrek River (South West Turkmenia) // *Feddes Repertorium*. 2001. Vol. 112, № 1 – 2. P. 107 – 125.

*Šumberová K.* *Crypsietea aculeatae* Vicherek 1973 // *Vegetace České republiky*. 1. Travná a keříčková vegetace / ed. M. Chytrý. Praha : Academia, 2007. P. 132 – 133.

УДК 504.75(282.247.41)

## КРАСНАЯ КНИГА ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА В РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

С. А. Сенатор, С. В. Саксонов

*Институт экологии Волжского бассейна РАН  
Россия, 445003, Тольятти, Комзина, 10  
E-mail: stsenator@yandex.ru*

Поступила в редакцию 18.05.12 г.

**Красная книга Волжского бассейна в реализации принципов устойчивого развития.** – Сенатор С. А., Саксонов С. В. – На основании анализа международных и национальных принципов устойчивого развития и действующего российского природоохранного законодательства на примере Волжского бассейна обосновывается необходимость создания бассейновых Красных книг как одного из действенных механизмов сохранения биологического разнообразия.

*Ключевые слова:* Красная книга, охрана биологического разнообразия, устойчивое развитие, Волжский бассейн.

**Red Book of the Volga basin in implementing the principles of sustainable development.** – Senator S. A. and Saksonov S. V. – On the basis of our analysis of international and national principles of sustainable development and the current Russian environmental legislation, the necessity to design Basin Red Data books as an effective mechanism for biological diversity conservation is justified with the Volga basin as an example.

*Key words:* Red Data book, biological diversity protection, sustainable development, Volga basin.

При существующем разнообразии трактовок термина «устойчивое развитие» и представлений о самом процессе (Розенберг и др., 2000; Большаков, Рябкова, 2009; Розенберг, 2009) вне сомнения остается факт, что экологической составляющей устойчивого развития является целостность природных, в том числе биологических систем. Залогом целостности экосистемы является высокое биологическое разнообразие, обеспечивающее замкнутость потоков вещества, энергии, информации, другими словами ее жизнеспособность. Поэтому сохранение биоразнообразия как основы устойчивости экологических систем – приоритетная глобальная проблема (Розенберг и др., 2000; План выполнения..., 2002), а его утрата снижает их функциональную целостность.

Определение приоритетов в сфере охраны природы и разработка принципов охраны и восстановления биологического разнообразия являются весьма актуальным вопросом, в особенности для территорий с высоким уровнем антропогенной нагрузки. Река Волга и ее бассейн – уникальная территория не только российского и европейского, но и мирового масштаба:

- это крупнейшая в мире река внутреннего стока;
- это самая крупная река Европы и 5-я по величине в России, её бассейн занимает 62% территории европейской части России, около 13% всей Европы, или 8% территории России (Розенберг, 2009; Волжский бассейн..., 2011);

- именно на территории Волжского бассейна В. В. Докучаевым был впервые разработан метод комплексного изучения, картографирования и оценки всей совокупности природных условий крупных территорий (Добровольский, 1997), что позволило сформулировать учение о зональности;

- 10 зональных типов растительного покрова – северо-, средне- и южнотаёжные, широколиственно-еловые (подтаёжные) и широколиственные леса, луговые, разнотравно-ковыльные, типчаково-ковыльные и пустынные (полынно-типчаково-ковыльные) степи, типичные (полукустарничковые и кустарниковые) пустыни (Растительность европейской части..., 1980) последовательно сменяют друг друга на территории Волжского бассейна;

- Волга – национальный символ России и образное олицетворение русской души.

Вместе с тем экосистема Волжского бассейна испытывает колоссальную нагрузку:

- на его территории расположено 10 из 22 российских городских агломераций-миллионеров, в том числе крупнейшие в стране Московская, Самарско-Тольяттинская и Нижегородская, 39 из 83 административных единиц Российской Федерации, а также 2 – Республики Казахстан;

- здесь проживает более 40% населения России, которое производит 45% промышленной и 50% сельскохозяйственной продукции, расположено 38% сельскохозяйственных земель (Авакян, 2000; Розенберг, 2009);

- Волга – самая зарегулированная река бывшего СССР;

- Волго-Камский каскад водохранилищ – крупнейший в Европе и один из крупнейших в мире, а по площади водного зеркала Куйбышевское водохранилище занимает 3-е, Рыбинское – 8-е место в мире, в первую двадцатку входят также Волгоградское и Саратовское водохранилища;

- на Волгу и Каму приходится свыше половины всего грузооборота речного транспорта России (Авакян, 2000; Балабанов и др., 2000);

- более половины всей рыбы на внутренних водоёмах страны и свыше 90% осетровых вылавливается в бассейне Волги (Авакян, 2000).

Сложившаяся экологическая ситуация вызывает тревогу и диктует необходимость принятия срочных мер по сохранению природной компоненты, в частности биологического разнообразия как основы функционирования экосистем Волжского бассейна. В этой связи необходимо упомянуть, что в 1995 г. Россия, подписав Конвенцию о биологическом разнообразии, взяла на себя международные обязательства по его сохранению. Поэтому важно включить цели Конвенции в национальные и региональные отраслевые и межотраслевые программы и стратегии, в том числе с использованием экосистемного подхода (Устойчивое развитие..., 1995; План выполнения..., 2002).

Поиск механизмов управления экологическими процессами (Розенберг и др., 2000) с учетом мирового (Конвенция об охране дикой флоры и фауны и природной среды их обитания в Европе, Конвенция об охране всемирного культурного и природного достояния, Паневропейская стратегия сохранения биологического и

ландшафтного разнообразия, Стратегия сохранения биологического и ландшафтного разнообразия бассейна Днепра и др.) и отечественного опыта (Устойчивое развитие..., 1995; Проблемы устойчивого развития..., 2005; Рациональное природопользование..., 2010) – важнейший этап действий на пути перехода к устойчивому развитию. Одним из таких механизмов может стать комплекс научных, научно-организационных и практических мероприятий, направленных на сохранение редких и исчезающих (раритетных) видов – ведение Красной книги крупного региона (Розенберг и др., 2009; Саксонов и др., 2011).

Российским природоохранным законодательством предусмотрено создание и ведение Красных книг двух уровней: федерального (Красная книга Российской Федерации) и регионального (Красные книги субъектов Федерации). В этой иерархии пропущено важное звено – Красная книга федерального округа, которых в настоящее время образовано 8 (табл. 1).

Таблица 1

## Федеральные округа Российской Федерации

Название федерального округа	Площадь (тыс. км <sup>2</sup> )	Население (тыс. чел.)	Субъектов РФ
Центральный	652.8	38539.6	18
Южный	416.84	13880.7	6
Северо-Западный	1677.9	13652.5	11
Дальневосточный	6215.9	6263.2	9
Сибирский	5114.8	19254.2	12
Уральский	1788.9	12136.9	6
Приволжский	1038.0	29808.6	14
Северо-Кавказский	159.86	9494.2	7

Охрана видов по административному принципу, несомненно, способствует сохранению биологического разнообразия, но с точки зрения организации биосферы вызывает много нареканий (Розенберг и др., 2009, Саксонов и др., 2011). В этом отношении экологически корректным стало бы ведение Красных книг бассейнов крупных рек (табл. 2). Так, украинские ученые уже говорят о «Красном списке бассейна Днепра» (Афанасьев, 2011).

Таблица 2

## Бассейны крупных рек

Река (бассейн)	Протяженность реки (в т. ч. в РФ)	Площадь водосбора, тыс. км <sup>2</sup>	Федеральный округ
Обь (с Иртышом)	5410 (3050)	2975	Уральский и Сибирский
Амур	5052 (4133)	1855	Сибирский и Дальневосточный
Лена	4692 (4692)	2490	Сибирский и Дальневосточный
Енисей	5075 (4460)	2580	Сибирский
Волга	3531 (3531)	1360	Приволжский, Центральный, Южный, Северо-Западный
Урал	2428 (1328)	231	Приволжский и Уральский

Методологические основы создания бассейновых Красных книг заложены в принципах устойчивого развития, сформулированных на основе решений международной конференции ООН (1992 г., Рио-де-Жанейро), в ряде программных экологических документов Российской Федерации, наиболее важными из которых являются Указы Президента РФ «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития» от 4 февраля 1994 г. № 236 и «О концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» от 1 апреля 1996 г. № 440, «Экологическая доктрина Российской Федерации», одобренная распоряжением Правительством РФ от 31 августа 2002 г. № 1225-р, «Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года», утвержденные Президентом РФ 30 апреля 2012 г.

Ниже изложены основные международные и национальные принципы устойчивого развития (по материалам сайта <http://www.rgo.ru/>), далее обозначенные сокращениями МП и НП соответственно), касающиеся вопросов сохранения биологического разнообразия, в том числе раритетного компонента, которые обосновывают необходимость ведения Красной книги раритетов Волжского бассейна.

### 1. Принципы гармоничности

*«Забота о людях занимает центральное место в усилиях по обеспечению устойчивого развития. Они имеют право на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с природой»* (МП). *«Каждый человек имеет право на здоровую и деятельную жизнь в гармонии с природой в экологически чистой и благоприятной для него окружающей среде»* (НП). *«Защита окружающей среды – важная часть устойчивого развития. Необходимо опережающе принимать эффективные меры по недопущению ухудшения состояния окружающей природной среды, предотвращению экологических и техногенных катастроф»* (НП).

Гармония между обществом и природой не возникает сама собой – она если и может быть достигнута, то в результате творческой деятельности человека (Волжский бассейн..., 2011). Одним из направлений на пути к гармоничному с природой развитию является сохранение биологического разнообразия, в особенности его флористической компоненты как неотъемлемой части любой экосистемы

По самым общим оценкам на территории России произрастают примерно 12500 видов сосудистых растений (Камелин, 2004). Во флоре Восточной Европы (в пределах бывшего СССР) число видов составляет 6556, относящихся к 1002 родам и 165 семействам (Черепанов, 1995; Морозова, 2008). К сожалению, в настоящее время отсутствуют современные обобщающие сводки по этой группе растений, как на уровне всей страны, так и на уровне крупных физико-географических выделов.

Представление о видовом разнообразии региональных флор Волжского бассейна дают данные, приведённые в табл. 3.

По нашим примерным оценкам, число видов сосудистых растений, произрастающих на территории Волжского бассейна, составляет около 3500. Сохранение этого природного достояния – важнейшая задача государства.

Таблица 3

Число видов, родов и семейств в региональных флорах на территории Волжского бассейна  
(в пределах Российской Федерации)

Территория	Число (во флоре региона)		
	видов	родов	семейств
Астраханская, обл. (2009) *	1253	516	116
Башкортостан, респ. (2011) *	1683	н.д.	н.д.
Брянская, обл. *	1400 <sup>1</sup>	н.д.	н.д.
Владимирская, обл. (2012)	1371	н.д.	н.д.
Волгоградская, обл. (2008) *	2970	н.д.	н.д.
Вологодская, обл. (1993) *	1022	н.д.	н.д.
Ивановская, обл.	Около 1400 <sup>2</sup>	н.д.	н.д.
Калмыкия – Хальмг Тангч, респ. (2000) *	910 <sup>3</sup>	384	84
Калужская, обл. (2010) *	1484	582	125
Кировская, обл. (2007) *	1470	н.д.	124
Коми, респ. (2009) *	1158	413	114
Костромская, обл. (2012) *	1759	н.д.	н.д.
Курская, обл. (2005) *	1409	566	120
Ленинградская, обл. (2000) *	2580	н.д.	н.д.
Марий Эл, респ. (2001)	1259	531	112
Липецкая, обл. (1996) *	1437	552	118
Мордовия, респ. (2010)	1401	564	118
Москва, город (2007)	1647	640	136
Московская, обл.	Около 1500 <sup>4</sup>	н.д.	н.д.
Нижегородская, обл. (2005)	1398	340	120
Новгородская, обл. (2009) *	598	н.д.	н.д.
Оренбургская, обл. *	1613 <sup>2</sup>	551	123
Орловская, обл. *	1250 <sup>1</sup>	493	105
Пензенская, обл. (2004) *	1445	577	118
Пермский, край (2006) *	1612	493	105
Рязанская, обл. (2004) *	1298	520	115
Самарская, обл. (2012)	1872	636	132
Саратовская, обл. (2008) *	1491	н.д.	н.д.
Свердловская, обл. *	1600 <sup>4</sup>	н.д.	н.д.
Смоленская, обл. (2006) *	1002 <sup>5</sup>	н.д.	101
Тамбовская, обл. (2010) *	1478	н.д.	н.д.
Татарстан, респ. (2000)	1610	578	124
Тверская, обл. (2005) *	1735	н.д.	н.д.
Тульская, обл. (2008) *	1422	н.д.	122
Удмуртия, респ. (1992)	1743	604	118
Ульяновская, обл. (2011)	1711	645	131
Челябинская, обл. (2005) *	1756	573	126
Чувашская, респ. (2012)	1527 <sup>6</sup>	562	124
Ярославская, обл.	Около 1130 <sup>1</sup>	н.д.	н.д.

*Примечание.* В скобках указан год выхода публикации, содержащей соответствующие данные; знаком \* обозначены регионы, лишь частично расположенные на территории Волжского бассейна; н.д. – нет данных; <sup>1</sup> – по материалам сайта Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации ([www.mnr.gov.ru/](http://www.mnr.gov.ru/)); <sup>2</sup> – по материалам федерального портала ProTown.ru ([www.protown.ru/](http://www.protown.ru/)); <sup>3</sup> – без учета дичающих культивируемых растений; <sup>4</sup> – оценочные данные; <sup>5</sup> – цветковые растения; <sup>6</sup> – по устному сообщению М. М. Гафуровой.

## 2. Принципы развития

«Для достижения устойчивого развития защита окружающей среды должна составлять неотъемлемую часть процесса развития и не может рассматриваться в отрыве от него» (МП). «Социально-экономическое развитие необходимо направить на улучшение жизни всех людей, сохранение природы и природных ресурсов, усиление ответственности за деятельность, наносящую ущерб окружающей среде» (НП).

В предисловии к Красной книге Российской Федерации (2008) сказано, что её издание и ведение стало также выполнением обязательств России по принятой ею Конвенции ООН о биологическом разнообразии. Правовую основу федеральной Красной книги составляют Федеральные законы «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ и «О животном мире» от 24 апреля 1995 г. № 52-ФЗ. К сожалению, до настоящего времени отсутствует закон об охране растительного мира и ландшафтного разнообразия, хотя потребность в них очевидна (Искоян, 1987; Гафина, 2008).

Подобно оценке флористического разнообразия Волжского бассейна, в настоящее время также представляется затруднительным дать численную оценку его раритетного компонента. В табл. 4 показано количество растений, лишайников и грибов, занесенных в региональные Красные книги федеральных субъектов (напротив региона в скобках указан год выхода книги), находящихся на территории Волжского бассейна.

Вероятно, что в Красную книгу Волжского бассейна должно быть включено порядка 700 видов сосудистых растений, т. е. 15 – 20% от флоры региона в целом. Примечательно, что в Красную книгу Российской Федерации (2008) занесено чуть более 4% от видов природной флоры.

Таблица 4

Виды растений, лишайников и грибов, занесенные в Красные книги субъектов Российской Федерации, расположенных на территории Волжского бассейна (в пределах Российской Федерации)

Регион	Всего	В том числе								
		Грибы	Водоросли	Лишайники	Моховидные	Плауновидные	Хвощевидные	Папоротниковидные	Голосеменные	Покрывосеменные
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Верхняя Волга										
Владимирская, обл. (2010)	169	–	–	–	–	5	–	7	–	157
Костромская, обл. (2009)	156	–	1	1	13	2	1	7	–	131
Марий Эл, респ. (1997)	107	–	–	–	–	4	–	9	–	94

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Москва, город (2009)	154	13	8	18	27	3	1	5	1	91
Московская, обл. (2008)	290	22	3	37	23	5	1	5	–	194
Нижегородская, обл. (2005)	229	34	2	16	–	4	1	10	1	161
Рязанская, обл. (2011)	191	21	–	22	12	3	–	7	–	128
Тамбовская, обл. (2002)	277	24	–	25	–	–	–	–	–	228
Тверская, обл. (2002)	269	18	–	34	56	5	2	7	–	147
Тульская, обл. (2010)	292	58	–	25	44	4	–	7	1	153
Ярославская, обл. (2004)	187	14	–	–	–	4	1	5	–	163
Средняя Волга										
Пензенская, обл. (2002)	196	40	–	–	–	4	–	6	2	144
Самарская, обл. (2007)	306	4	8	7	6	3	2	14	4	258
Мордовия, респ. (2003)	200	9	2	7	12	2	1	4	1	162
Татарстан, респ. (2006)	417	40	20	24	24	6	1	11	1	290
Чувашская, респ. (2001)	242	29	2	–	–	4	–	9	3	195
Ульяновская, обл. (2008)	277	21	–	32	20	3	1	8	3	188
Нижняя Волга										
Астраханская, обл. (2004)	104	23	–	16	–	–	–	3	–	62
Волгоградская, обл. (2006)	197	9	2	10	17	2	–	5	1	151
Калмыкия – Хальмг Танч, респ. (2010) <sup>1</sup>	186	6	–	16	–	–	2	1	1	160
Саратовская, обл. (2006)	287	20	–	1	14	3	–	10	2	237
Приуралье и Урал										
Башкортостан, респ. (2011)	284	10	1	12	29	2	–	10	–	220
Оренбургская, обл. (1998)	44	–	–	–	–	1	–	–	–	43
Пермский, край (2008)	110	11	–	8	–	1	–	6	–	84
Свердловская, обл. (2008)	136	14	–	2	–	2	–	4	–	114
Челябинская, обл. (2005)	192	30	–	11	7	1	–	9	1	133

*Примечание.* В скобках указан год выхода публикации, содержащей соответствующие данные; <sup>1</sup> – согласно постановлению Правительства Республики Калмыкия «Об утверждении перечней (списков) объектов животного и растительного мира, занесенных в Красную книгу Республики Калмыкия» от 13.12.2010 № 387.

### 3. Принципы ответственности

*«Государства сотрудничают в духе глобального партнерства в целях сохранения, защиты и восстановления здорового состояния и целостности экосистемы Земли. Вследствие своей различной роли в ухудшении состояния глобальной окружающей среды государства несут общую, но различную ответственность. Развитые страны признают ответственность, которую они несут в контексте международных усилий по обеспечению устойчивого развития с учетом стресса, который создают их общества для глобальной окружающей среды, и технологий и финансовых ресурсов, которыми они обладают» (МП). «Важно сохранять биосферу, обеспечивать биотическую регуляцию и стабилизацию окружающей среды, то есть в основу всей человеческой деятельности положить принцип недопущения выхода за пределы хозяйственной емкости экосистем и, в частности, ог-*

*раничить освоение еще не нарушенных хозяйственной деятельностью территорий суши и Мирового океана» (НП). «Сохранение крупнейших экологически устойчивых зон Земли должно стать предметом заботы и ответственности всех государств мира. В связи с этим Россия должна настаивать на введении глобальной экологической ренты» (НП).*

Рекомендации, изложенные в «Повестке дня на XXI век», предусматривают сохранение биологического разнообразия, в том числе посредством охраны *in situ* экосистем и естественных сред обитания.

Сохранение биоразнообразия Волжского бассейна – ответственность всех субъектов, расположенных на его территории, поэтому решение экологических проблем, связанных с его сохранением, связано с совместными усилиями специалистов из разных регионов. Важно осознание целостности этой экосистемы в её пространстве – времени. В рамках решаемой проблемы будет актуальным создание координирующего центра. Если учитывать уникальный опыт по сохранению биологического разнообразия, то можно предположить, что такими центрами станут институты Российской академии наук.

Красная книга Волжского бассейна может стать универсальным механизмом управления экологическими процессами, поскольку в основе она содержит постулат, согласно которому охрана раритетов – это, прежде всего, сохранение среды их обитания. Бассейновый подход позволит избежать «искусственности» в сохранении биологического разнообразия, непременно присутствующей при охране раритетов в границах административных субъектов. На этом уровне нет возможности получить объективную информацию о реальном состоянии охраняемого таксона, выявить весь комплекс лимитирующих факторов, разработать корректные меры охраны.

Федеральная Красная книга также не может обеспечить сохранность видов:

- исчезающих в связи с особенностями их хозяйственного использования,
- широкоареальных, страдающих от чрезмерной антропогенной нагрузки,
- ландшафтообразующих, поскольку в большинстве случаев в нее занесены таксоны узкоэндемичные и краеареальные, представляющие природоохранный интерес лишь для определенной части страны (Кавказа, Алтая, Камчатки и др.).

Все эти проблемы в значительной степени будут решены при создании Красной книги бассейна крупной реки в силу естественности границ природно-территориальных комплексов.

#### 4. Принципы стандартизации

*«Государства принимают эффективные законодательные акты в области окружающей среды. Экологические стандарты, цели регламентации и приоритеты должны отражать экологические условия и условия развития, в которых они применяются. Стандарты, применяемые одними странами, могут быть неуместными и сопряжёнными с необоснованными экономическими и социальными издержками в других странах, в частности в развивающихся странах» (МП).*

Красные книги субъектов Российской Федерации – основные источники для составления Красной книги Волжского бассейна (см. табл. 4), однако последняя не

должна стать их суммой. Специалистам, занимающимся изучением биологического разнообразия, необходимо критически пересмотреть списки раритетных таксонов в регионах. Выход на уровень Красной книги Волжского бассейна станет возможен при появлении перечней уязвимых таксонов по субрегионам Волжского бассейна – Верхнему, Среднему и Нижнему Поволжью, а также частей Урала и Приуралья, расположенных на территории бассейна Волги. В настоящее время подготовлен и вынесен на обсуждение перечень раритетных сосудистых растений Среднего Поволжья (Саксонов и др., 2011; Сенатор, 2011).

Коллегиальность, т. е. участие в проекте всех специалистов в области сохранения биологического разнообразия на равных условиях, регулярные консультации и координация исследований являются важным принципом создания Красной книги Волжского бассейна.

Необходима унификация методических подходов к созданию и ведению Красной книги Волжского бассейна. В частности, основополагающими принципами составления списка охраняемых на территории бассейна таксонов являются:

- таксономическая достоверность;
- реальность существования вида в природе;
- реальность угрозы исчезновения.

На единой методической основе должна быть разработана шкала статуса категорий редкости таксонов и критерии их отбора.

В настоящее время очевидна целесообразность унификации правовых норм, касающихся охраны природы в субъектах Федерации, расположенных на территории Волжского бассейна (Иванов, 2009) и разработка правовых основ охраны растительного и ландшафтного разнообразия.

## 5. Принципы рачительности

*«В целях защиты окружающей среды государства в соответствии со своими возможностями широко применяют принцип принятия мер предосторожности. В тех случаях, когда существует угроза серьезного или необратимого ущерба, отсутствие полной научной уверенности не используется в качестве причины для отсрочки принятия экономически эффективных мер по предупреждению ухудшения состояния окружающей среды»* (МП). *«Хозяйственную деятельность необходимо вести преимущественно на уже освоенных территориях, постепенно отказываясь от хозяйственного использования новых территорий»* (НП).

Красная книга Волжского бассейна будет способствовать привлечению внимания к окружающей среде и проблемам ее деградации в экологически целостном регионе. Особой заботы требуют охраняемые природные территории (ОПТ) как места концентрации биологического разнообразия и резерваты его сохранности.

К сожалению, в настоящее время сеть ОПТ, расположенных в Волжском бассейне, не обеспечивает в полной мере сохранность ландшафтного и биологического разнообразия региона в силу своей малочисленности и нерепрезентативности по критериям флористического, ботанико-географического и ландшафтного районирования (Сенатор и др., 2011), так же как по стране в целом. К примеру, в Приволжском федеральном округе доля площадей ОПТ высшего ранга (заповедники и

национальные парки) составляет 0.6%, тогда как густонаселенные регионы должны защищать свое природное наследие наиболее активно – по мировым стандартам площадь ОПП здесь должна составлять не менее 15%; на территории Волжского бассейна в настоящее время расположено 42 крупных ОПП (23 государственных заповедника и 19 национальных парков) общей площадью около 23.7 тыс. км<sup>2</sup>, что составляет примерно 1.5% от его территории, по «экологическим нормам» площадь заповедных территорий должна составлять не менее 3%, а с заказниками и другими охраняемыми территориями – до 6% (Розенберг, 2009).

Красная книга Волжского бассейна и её ведение в этом случае выступит как своеобразный банк данных, содержащий информацию о видах и сообществах, находящихся под угрозой исчезновения, которые необходимо сохранить на вновь проектируемых ОПП.

## 6. Принцип открытости

*«Свободный доступ к экологической информации» (МП). «Ведущая роль в реализации устойчивого развития государства как гаранта обеспечения экономического развития, социальной справедливости и охраны окружающей природной среды» (МП). «В международном праве важно признание принципа дифференцированной ответственности государств за нарушение глобальных экосистем. Необходимо повышать ответственность за экологические правонарушения, учитывать экологические последствия принимаемых решений» (НП).*

Сохранение биологического разнообразия, в особенности его раритетного компонента, невозможно без привлечения самых широких слоев населения. В связи с этим возникает проблема со сбором объективной информации по оценке его состояния. Причин тому несколько, и, по-видимому, на первом месте стоит ограниченное число исследователей и специалистов, работающих в этой области. Это связано как с недостаточностью финансирования подготовки кадров и исследований по этой тематике, так и со сложностью объекта изучения.

Актуальной является также пропаганда экологических знаний. Публикуемые Красные книги практически недоступны широким слоям населения, поскольку рассчитаны на специалистов, а популярных изданий об охране биологического разнообразия очень мало.

Современным и наиболее доступным источником информации является интернет, в связи с чем стоит вопрос о создании электронного ресурса Красной книги Волжского бассейна. Существует сайт «Красная книга, флора, фауна и ООПТ Челябинской области и Южного Урала» ([www.redbook.ru/](http://www.redbook.ru/)), компьютерная программа «Красная книга города Москвы» ([www.darwin.museum.ru/expos/redbook/](http://www.darwin.museum.ru/expos/redbook/)), которые могут служить прообразом электронного варианта Красной книги Волжского бассейна.

## 7. Принципы безопасности (вместо заключения)

*«Экономическая эффективность, социальная справедливость и экологическая безопасность в равной степени определяют основные критерии развития» (НП). «Хозяйственная деятельность должна становиться социально и экологически безопасной и сопровождаться уменьшением различия в уровне жизни людей,*

*масштабов бедности и нищеты, усилением взаимосвязи экономики и экологии, формированием единой (сбалансированной) экологизированной системы экономического развития» (НП).*

Главный природный ресурс России – биологическое разнообразие. Это непреходящая ценность, имеющая ключевое экологическое, социальное, экономическое и эстетическое значение (Состояние биоразнообразия..., 2004). В этой связи сохранение видового и популяционного разнообразия флоры и фауны, а также ареалов видов на территории Волжского бассейна имеет не только межрегиональное, но общегосударственное и мировое значение.

Создание и ведение Красной книги Волжского бассейна – это часть мероприятий по совершенствованию и развитию государственной экологической политики России. Реализация этого проекта будет способствовать результативному сохранению биологического разнообразия крупного экорегиона, станет эффективным механизмом управления экологическими процессами и послужит укреплению авторитета России на международном уровне в области охраны природы.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда «Волжские земли в истории и культуре России» (проект № 12-12-63005), Программы грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (проект № НШ-3018.2012.4), Российского фонда фундаментальных исследований РФФИ-Поволжье (проект № 13-04-97004), Программ фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития» и ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий».*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Авакян А. Б.* Взгляд на каскад // Экология и жизнь. 2000. № 1. С. 48 – 54.
- Афанасьев С. А.* Стратегия сохранения биологического и ландшафтного разнообразия бассейна Днепра : опыт трансграничного сотрудничества // Местное устойчивое развитие / Фонд «Устойчивое Развитие» [Электрон. ресурс]. 2011. № 4. URL: <http://fsdejournal.ru/node/158> (дата обращения : 16.03.2012).
- Балабанов М. И., Белова Л. П., Бондаренко В. Л., Дальков М. П., Краснощеков Г. П., Крылова Е. И., Кургузкин М. Г., Минигазимов Н. С., Розенберг Г. С., Черняев А. М., Черняк В. Я., Шубин М. А.* Глава 13. Бассейн Волги // Вода России. Речные бассейны. Екатеринбург : Изд-во «Аква-пресс», 2000. С. 356 – 461.
- Большаков Б. Е., Рябкова С. А.* Приложение к учебно-методическому комплексу «Теория и методологии проектирования устойчивого развития социо-природных систем» // Устойчивое развитие: наука и практика. 2009. Вып. 1 (2). С. 44 – 251.
- Волжский бассейн. Устойчивое развитие : опыт, проблемы, перспективы / под ред. Г. С. Розенберга / Ин-т устойчивого развития Обществ. палаты РФ; Центр экологической политики России. М., 2011. 104 с.
- Гафина Л. М.* Правовая охрана ландшафтного разнообразия в Российской Федерации : автореф. дис. ... канд. юрид. наук. Ульяновск, 2008. 26 с.
- Добровольский Г. В.* Краткий очерк научной, научно-организационной, педагогической и общественной деятельности // Докучаев Василий Васильевич (1846 – 1903). М. : Наука, 1997. С. 6 – 21.

## КРАСНАЯ КНИГА ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА

*Иванов А. А.* О возможности унификации нормативных актов и издания Красной книги федерального округа // Раритеты флоры Волжского бассейна : докл. участников рос. науч. конф. / под ред. С. В. Саксонова, С. А. Сенатора. Тольятти : Кассандра, 2009. С. 49 – 51.

*Искоян А. Б.* Правовое регулирование охраны и использования растительного мира. Ереван : Изд-во Ереван. ун-та, 1987. 128 с.

*Камелин Р. В.* Растительный мир. Флора // Большая Российская энциклопедия. М. : Россия. 2004. С. 84 – 88.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М. : Т-во науч. изд. КМК, 2008. 855 с.

*Морозова О. В.* Таксономическое богатство флор Восточной Европы : факторы пространственной дифференциации. М. : Наука, 2008. 328 с.

План выполнения решений Всемирной встречи на высшем уровне по устойчивому развитию. Резолюция 2. // Доклад Всемирной встречи на высшем уровне по устойчивому развитию / Организация Объединенных наций. Йоханнесбург, 2002. С. 7 – 88.

Проблемы устойчивого развития Обь-Иртышского бассейна. Новосибирск : ИСАР-Сибирь, 2005. 144 с.

Растительность европейской части СССР. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1980. 429 с.

Рациональное природопользование: международные программы, российский и зарубежный опыт. М. : Т-во науч. изд. КМК, 2010. 412 с.

Устойчивое развитие в России. Конструктивные предложения / под ред. В. А. Павловского, Г. С. Розенберга. Самара : Интер-Волга, 1995. 114 с.

*Розенберг Г. С.* Волжский бассейн на пути к устойчивому развитию. Тольятти : Кассандра, 2009. 478 с.

*Розенберг Г. С., Саксонов С. В., Сенатор С. А., Иванова А. В., Конева Н. В., Раков Н. С.* О Красной книге Волжского бассейна // Раритеты флоры Волжского бассейна : докл. участников рос. науч. конф. / под ред. С. В. Саксонова, С. А. Сенатора. Тольятти : Кассандра, 2009. С. 187 – 194.

*Розенберг Г. С., Черникова С. А., Краснощеков Г. П., Крылов Ю. М., Гелаишвили Д. Б.* Мифы и реальность «устойчивого развития» // Проблемы прогнозирования. 2000. № 4. С. 130 – 154.

*Саксонов С. В., Сенатор С. А., Розенберг Г. С.* Проблемы сохранения флористического разнообразия Волжского бассейна в контексте ведения Красных книг // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2011. Т. 13, № 5 (3). С. 91 – 100.

*Сенатор С. А.* Растения Среднего Поволжья, рекомендуемые к занесению в Красную книгу Волжского бассейна // Экологический сборник 3 : тр. молод. ученых Поволжья. Тольятти : Кассандра, 2011. С. 275 – 281.

*Сенатор С. А., Саксонов С. В., Розенберг Г. С.* Вклад биосферных резерватов Волжского бассейна в сохранение флористического разнообразия // Местное устойчивое развитие / Фонд «Устойчивое Развитие» [Электрон. ресурс]. 2011. № 4. URL: <http://fsdejournal.ru/node/158> (дата обращения : 16.03.2012).

Состояние биоразнообразия природных экосистем России / под ред. В. А. Орлова, А. А. Тишкова. М. : НИИ-Природа, 2004. 116 с.

*Черепанов С. К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб. : Мир и семья, 1995. 992 с.

УДК 574.2+574.3

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ЗДОРОВЬЯ СРЕДЫ

**В. М. Захаров**

*Институт биологии развития им. Н. К. Кольцова РАН  
Россия, 119334, Москва, Вавилова, 26  
E-mail: [ecopolicy@ecopolicy.ru](mailto:ecopolicy@ecopolicy.ru)*

Поступила в редакцию 18.05.12 г.

**Оценка состояния биоразнообразия и здоровья среды.** – Захаров В. М. – Работа посвящена рассмотрению возможных подходов к оценке состояния биоразнообразия и здоровья среды. Обосновывается важность фонового мониторинга как приоритетного направления современных исследований, в качестве главных задач которого определены: оценка фонового состояния биологических систем и его возможных отклонений от нормы, оценка последствий выявляемых изменений и исследование гомеостатических механизмов устойчивости на разных уровнях – от изменения состояния организма до изменения популяционных параметров и структуры сообщества и их динамики.

*Ключевые слова:* биоразнообразие, здоровье среды, стабильность развития, изменение климата, антропогенное воздействие.

**Biodiversity condition estimation and health of environment.** – Zakharov V. M. – The study is aimed at evaluating possible approaches to assess the biodiversity condition and the health of the environment. As a result, background monitoring is characterized as a priority direction of the contemporary research. Evaluation of the background condition of biological systems and its possible alteration from the conditional norm; assessment of consequences of the initial changes revealed as well as a study of homeostatic mechanisms at various levels, from changes in an organism's status to alterations in population parameters and community structure and their dynamics are identified as main tasks of such a research.

*Key words:* biodiversity, health of environment, developmental stability, climate change, anthropogenic impact.

### ВВЕДЕНИЕ

Приоритетность оценки и мониторинга состояния биоразнообразия и его возможных изменений связана не только с тем, что этим определяется возможность рационального использования природных ресурсов, но, главным образом, определяется тем, что от этого зависит поддержание баланса и жизнеобеспечивающих функций биосферы (Павлов и др., 2010). Не менее важной задачей является и обеспечение благоприятной окружающей среды, здоровья среды, необходимой для нормальной жизнедеятельности живых существ, включая человека (Захаров, Трофимов, 2011). Обе эти задачи приобретают все большую актуальность на фоне нарастающего антропогенного воздействия, как на локальном уровне, так и глобально, включая загрязнение среды, изменение климата и другие факторы, и определяют приоритетность мониторинга состояния биоты. Рассмотрение возможных подходов для оценки состояния биоразнообразия и здоровья среды и является целью настоящей работы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### Оценка состояния биоразнообразия

Ключевой задачей при решении проблемы сохранения биоразнообразия является сохранение изначальных природных комплексов, естественной структуры сообществ. Эффективность мер по сохранению биоразнообразия обычно оценивается по площади сохраненных местообитаний, видовому разнообразию и численности отдельных видов. При этом необходимо иметь в виду, что изменения биоразнообразия, которые при антропогенном воздействии в большей степени обычно связаны с физическими преобразованиями местообитания, в настоящее время происходят практически повсеместно вследствие климатических изменений, что ставит на повестку дня необходимость специального мониторинга состояния биоразнообразия в этом ключе (Павлов, Захаров, 2011). Важен учет особенностей используемых подходов для решения задачи сохранения биоразнообразия и применимости оценок биоразнообразия для обеспечения благоприятной экологической обстановки.

Кроме базовой информации по обычно используемым параметрам состояния биоразнообразия для обеспечения длительного благополучного существования сохраняемых видов необходимо получение определенной дополнительной характеристики исследуемых популяций. Это определяется тем, что во внешне благополучном местообитании в многочисленной популяции может иметь место существенное изменение состояния особей. Это нередко наблюдается в районах химического и радиационного загрязнения (Захаров и др., 2000). Кроме того, восстановление популяции от небольшого числа основателей может приводить к существенному угнетению состояния организма. В результате многочисленные популяции могут быть представлены особями в гораздо худшем состоянии, чем малочисленные. В качестве примера можно привести беловежскую популяцию европейского зубра (*Bison bonasus* (Linnaeus, 1758)), состояние особей в которой оставляет желать лучшего (Ваганов et al., 1997). Причем собственно генетический анализ не дает необходимой информации. В одних случаях существенное снижение генетического разнообразия может сопровождаться благополучным состоянием организма, в других – незначительное его снижение может вести к угнетенному состоянию. Число примеров таких ситуаций, видимо, велико, но это зачастую остается неизвестным, поскольку специально не исследуется. Проверка этого необходима в каждом конкретном случае. Без учета здоровья видов и экосистем проведение работ по сохранению биоразнообразия может приводить к непредсказуемым последствиям.

### Оценка здоровья среды

Перспективным подходом для фонового мониторинга и оценки последствий различных видов воздействия, как для отдельных видов, так и для экосистем, является оценка качества среды по состоянию населяющих ее живых организмов. Суть подхода – в оценке гомеостаза развития как наиболее общей характеристики функционирования живого организма. Такое направление исследований здоровья среды, основанное на оценке состояния природных популяций по гомеостазу раз-

вития, определяется сегодня как популяционная биология развития (Захаров и др., 2001) или экологическая биология развития (Гилберт, 2004; Захаров, 2004). Подход предполагает использование разных методов для оценки гомеостаза развития в отношении разных видов, что необходимо для характеристики экосистемы в целом, но, как показала практика, для первой рекогносцировочной оценки здоровья среды возможно использование оценки стабильности развития (по интегральным показателям флуктуирующей асимметрии морфологических признаков) в отношении отдельных фоновых модельных видов.

Такие оценки были проведены в разных районах как в естественных условиях, так и при разных видах антропогенного воздействия, включая химическое и радиационное, промышленное и сельскохозяйственное загрязнение, комплексное антропогенное воздействие. Практика оценки показала возможность использования подхода для выявления первых ответов биоты, когда по другим популяционным показателям или показателям биоразнообразия (на уровне сообщества) они еще не могут быть выявлены, а также оценки возможных изменений состояния организма в ходе популяционной динамики и изменения структуры сообщества.

### **Применимость оценок биоразнообразия для оценки здоровья среды**

Характеристика состояния биоразнообразия представляет самостоятельный интерес для оценки благоприятности экологической обстановки, но при этом необходим учет ряда важных моментов.

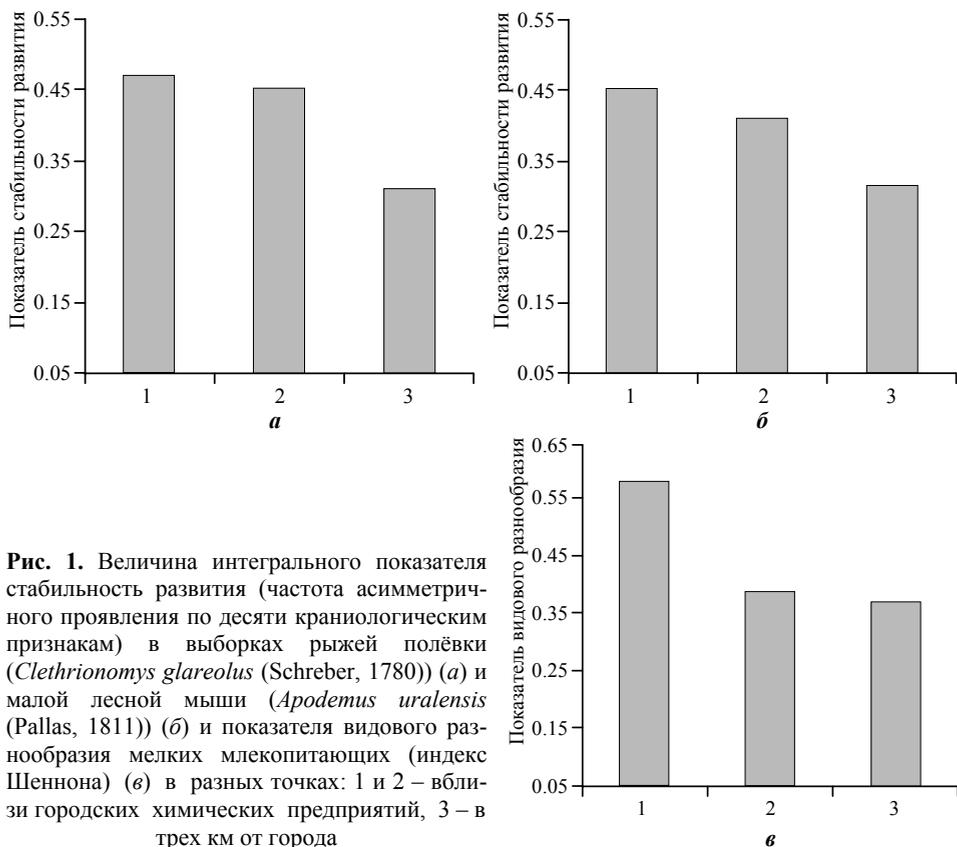
Внешне благополучная ситуация при прежнем биоразнообразии и многочисленных популяциях вовсе не обязательно является свидетельством реального экологического благополучия. И на фоне прежнего биоразнообразия при значительном негативном воздействии могут иметь место существенные изменения здоровья среды.

Серьезные изменения состояния организма зачастую наблюдаются на фоне прежнего биоразнообразия. Общим выводом таких экологических исследований является то, что уровень биоразнообразия и численности отдельных видов в зонах химического и радиационного загрязнения может сохраняться на прежнем уровне или оказывается даже выше, чем на незагрязненной контрольной территории. В качестве примера можно привести результаты исследований, проведенных вблизи химических предприятий на Средней Волге (Захаров и др., 2000). На фоне крайне серьезных нарушений стабильности развития (возрастание показателей асимметрии) уровень биоразнообразия исследуемых сообществ мелких млекопитающих и рыб оказался выше в зоне воздействия, чем на условно контрольной территории (рис.1, 2).

Можно отметить ряд причин такого эффекта. Обитающие здесь виды не ощущают этого воздействия. Они не могут быть замещены другими видами, поскольку ни для каких видов эти условия не являются оптимальными. Главным фактором исчезновения определенных видов является физическое изменение местообитания, а в зонах загрязнения такая деятельность человека обычно ограничена. Промышленные предприятия часто строятся в местах, представляющих собой крайне богатые местообитания (например, пойменные участки). Важным факто-

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ЗДОРОВЬЯ СРЕДЫ

ром для поддержания богатого биоразнообразия является то, что в таких местах обычно имеет место эвтрофикация, что является привлекательным для многих видов.

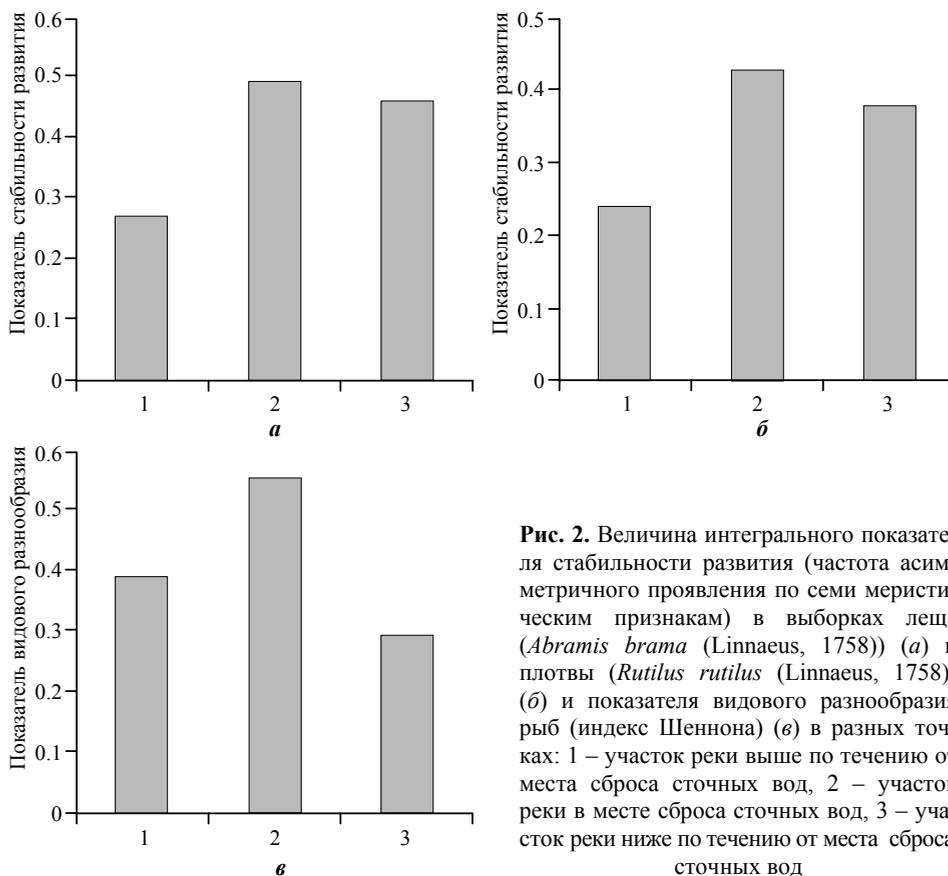


**Рис. 1.** Величина интегрального показателя стабильности развития (частота асимметричного проявления по десяти краниологическим признакам) в выборках рыжей полёвки (*Clethrionomys glareolus* (Schreber, 1780)) (а) и малой лесной мыши (*Apodemus uralensis* (Pallas, 1811)) (б) и показателя видового разнообразия мелких млекопитающих (индекс Шеннона) (в) в разных точках: 1 и 2 – вблизи городских химических предприятий, 3 – в трех км от города

Не является универсальным и подход, основанный на оценке видов-индикаторов. В исследованном сильно загрязненном районе на Средней Волге широко известные виды-индикаторы были многочисленны (в частности, широкопалый речной рак (*Astacus astacus* (Linnaeus, 1758)) и озёрная лягушка (*Rana ridibunda* (Pallas, 1771)), последний вид являлся объектом исследования и для него в районе воздействия были обнаружены существенные изменения показателей гомеостаза развития). На фоне неизменного ландшафта многочисленные представители различных видов, выполняя свою экосистемную функцию, могут находиться в плачевном состоянии.

Таким образом, оценка обычно используемых показателей биоразнообразия как важный аспект характеристики состояния среды представляет собой исследо-

вание, связанное с получением ответа на вопрос о том, в какой степени они могут быть затронуты при том или ином воздействии.



**Рис. 2.** Величина интегрального показателя стабильности развития (частота асимметричного проявления по семи меристическим признакам) в выборках леща (*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)) (а) и плотвы (*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)) (б) и показателя видового разнообразия рыб (индекс Шеннона) (в) в разных точках: 1 – участок реки выше по течению от места сброса сточных вод, 2 – участок реки в месте сброса сточных вод, 3 – участок реки ниже по течению от места сброса сточных вод

В целом оценка определенного воздействия и его последствий в рассматриваемом ключе предполагает проведение самостоятельных специальных исследований по трем направлениям. Определение степени воздействия предполагает проведение специальных измерений параметров оцениваемого фактора, обычно связанных с физическими или химическими анализами. Оценка благоприятности или степени негативного эффекта воздействия для состояния живого организма предполагает использование подходов, связанных с оценкой здоровья среды. Характеристика последствий определенного воздействия для биоразнообразия предполагает оценку возможных изменений численности и многообразия видов. Таким образом, ответ на каждый из этих вопросов – о силе воздействия и его последствиях для биоразнообразия и здоровья среды – предполагает самостоятельные исследова-

дования, а степень согласованности получаемых при этом результатов может быть совершенно различной и требует специального анализа в каждом конкретном случае. Специфика ответа и отсутствие связи результатов каждого подхода дают важную информацию для характеристики последствий исследуемого воздействия.

### **Изменение климата и антропогенное воздействие**

Повсеместное изменение климата определяет необходимость разносторонней оценки его последствий для характеристики сложившейся ситуации и прогнозирования развития событий.

Повсеместно нарастающие климатические изменения приводят ко все более явным последствиям для биоты. Если несколько лет назад большинство исследователей говорили о таких возможных последствиях с осторожностью и в большей степени в виде предположения, то сегодня эти изменения уже не вызывают сомнений (Изменения климата..., 2007, 2008; Павлов, Захаров, 2011). Все более сложной задачей становится не обнаружение последствий изменения среды, что имеет место практически повсеместно, а поиски контроля, т. е. тех зон, где возможна оценка изначальной естественной структуры сообществ и их динамики.

В качестве приоритетных направлений таких исследований можно отметить: фенологические наблюдения, оценку динамики численности популяций и сообществ и мониторинг изменения ареалов. Специальный интерес представляют разработка и использование подходов, основанных на исследовании онтогенетических характеристик в природных популяциях (популяционная биология развития).

К настоящему времени получены результаты, свидетельствующие об изменении состояния популяций на экологической периферии ареала (на пределе высотного распространения вида для берёзы повислой, *Betula pendula* Roth). Это позволяет охарактеризовать ответ развивающегося организма на изменения условий среды (снижение стабильности развития), вызванные глобальными климатическими изменениями. Выявленная реакция недавних вселенцев в новые местообитания (видимо, вследствие уменьшения площади ледников, что повсеместно отмечается в последние годы в высокогорных регионах (Гулев и др., 2008)) подтверждает это предположение и представляет собой модель того, что может происходить в таких ситуациях (Захаров и др., 2011 а). Такая реакция может наблюдаться как у самих вселенцев, так и у ряда других видов, вследствие произошедших в сообществе изменений. Эти исследования перспективны для развития подходов для решения глобальных проблем оценки и прогноза последствий инвазий чужеродных видов (Дгебуадзе, 2007). Изменения состояния популяций может иметь место и при нарушении прежней популяционной динамики, обусловленном изменениями климата (Захаров и др., 2011 б)

Специальный интерес проведение таких исследований представляет на значительных континентальных территориях. Появляются первые свидетельства того, что для таких территорий, экосистемы которых адаптированы к стабильным условиям, даже незначительные климатические изменения могут иметь более существенные последствия, чем для экосистем, адаптированных к колебаниям климатических условий. Исследования показали, что результатом климатических измене-

ний может быть нарушение обычной для популяций цикличности и в дальнейшем, даже при восстановлении прежней динамики численности, могут наблюдаться существенные изменения в структуре сообщества (Захаров и др., 2011 б). Измененное вследствие этих процессов сообщество может, в свою очередь, выступать в качестве дополнительного фактора, определяющего динамику и состояние популяций отдельных видов. Отклонения от обычной динамики отмечались и в других исследованиях как для мелких млекопитающих (Berteaux et al., 2006; Bierman et al., 2006), так и для ряда других видов (Ims et al., 2008). В качестве главной причины наблюдаемых отклонений также предполагались климатические изменения.

Во многих случаях однозначное выявление последствий собственно климатических изменений затруднительно на фоне все возрастающих различных видов антропогенных воздействий (Изменения климата..., 2007, 2008). Исследование последствий климатических изменений несомненно сыграет свою роль в определении в качестве приоритетного направления исследований – выявление последствий глобального изменения среды в целом, определяющим фактором которого все больше выступает антропогенное воздействие.

### **Актуальные проблемы современного мониторинга**

Все более сложной задачей оказывается нахождение контроля для характеристики фонового состояния, вследствие усиления и все более широкого распространения самых разных воздействий, прежде всего, связанных с деятельностью человека.

В этой связи принципиальную важность приобретают представления о норме и возможности оценки степени и направления отклонений от нее. Преимущество подхода, связанного с оценкой здоровья среды (популяционная биология развития) – наличие характеристики обычного условно нормального состояния исследуемых показателей. Следующая важная черта подхода – выявление негативных изменений даже на фоне возможных при определенных условиях положительных эффектов воздействия на такие показатели, как размеры и темп роста организма или численность и видовое богатство. Еще одной важной особенностью подхода является уровень определяемой условной нормы, что, в свою очередь, зависит от чувствительности используемых показателей (Захаров, Трофимов, 2011). Достаточно широкий диапазон условий в градиенте нарастания степени воздействия, который характеризуется существенным изменением показателей стабильности развития, обычно укладывается в пределы зоны выживания, когда не наблюдается существенных изменений обычно используемых показателей жизнеспособности. В качестве примера можно привести исследование, проведенное в градиенте нарастания степени загрязнения в районе Уфимского промышленного комплекса (Бойко, Уразгильдин, 2003; Бойко, 2004). Значительное нарастание степени нестабильности развития наблюдается у берёзы повислой (*B. pendula*) на фоне обычного общего жизненного состояния, крайне важного показателя, который в большей степени характеризует диапазон условий, пригодных для выживания. Выявление первых, обычно еще обратимых эффектов предполагает использование показателей здоровья среды.

Ответ на вопрос о влиянии изменений климата и других глобальных последствий антропогенного воздействия на состояние популяций различных видов предполагает выявление возможных изменений во времени, причем не только в экстремальных условиях на экологической периферии ареала, но и в обычных условиях, которые рассматриваются в качестве фоновых. Актуальность этого определяется тем, что изменения климата нарастают и наблюдаются практически повсеместно. Первые многолетние исследования, полученные в ряде точек Калужской области для насекомых (два вида жуков-мертвоедов, *Nicrophorus vespilloides* (Herbst, 1783) и *N. vespillo* (Linnaeus, 1758)) и растений (берёза повислая, *B. pendula*), показывают тенденцию к снижению стабильности развития. В качестве наиболее вероятной причины отмеченных изменений были предположены отклонения условий от оптимальных значений, прежде всего, вследствие повсеместно наблюдаемых изменений климата (Стрельцов, Илюшина, 2008; Трофимов, Захаров, 2011). Эти результаты свидетельствуют о возможности выявления изменений показателей состояния популяций во времени не только на экологической периферии ареала, но и в условиях, которые обычно рассматриваются в качестве фоновых. Это определяет важность повсеместного мониторинга возможных изменений состояния популяций вследствие глобальных изменений климата и нарастания общего антропогенного воздействия.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современная ситуация характеризуется повсеместным нарастанием изменений среды вследствие локальных и глобальных воздействий, главным образом, за счет антропогенного пресса. Именно он все больше выступает в качестве основного фактора происходящих изменений. В этих условиях все больший теоретический и практический интерес и значимость начинает приобретать организация фонового мониторинга как приоритетного направления исследований.

Все более проблематичным становится нахождение не мест воздействия, а контроля. Обычная ситуация, когда большинство популяций вида находится при относительно оптимальных условиях, начинает меняться. Вследствие повсеместных последствий изменений климата и других антропогенных воздействий все большее число популяций оказывается в необычных условиях, по сути, в условиях экологической периферии ареала. Это ставит на повестку дня задачу оценки последствий развития организма большинства популяций вида в неоптимальных условиях, характеристики фонового состояния и возможности его определения в качестве условной нормы.

Как показывает практика, для понимания реальных последствий наблюдаемых воздействий среды необходима не просто разовая оценка ситуации и фиксация определенных отклонений, а продолжение исследований для выяснения дальнейшей судьбы выявляемых изменений.

Принципиально важным оказывается исследование гомеостатических механизмов обеспечения устойчивости при оценке последствий выявляемых изменений на разных уровнях – от изменения состояния организма до изменения популяционных параметров и структуры сообществ и их динамики.

Автор выражает признательность И. Е. Трофимову, Н. А. Шаровой и Т. Б. Трофимовой за помощь в выполнении настоящей работы.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития», подпрограмма «Биоразнообразие: состояние и динамика».*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Бойко А. А.* Оценка стабильности развития листьев березы повислой в условиях аэротехногенного загрязнения окружающей среды // Лесной вестник. 2004. № 5. С. 121 – 123.

*Бойко А. А., Уразгильдин Р. В.* Оценка жизненного состояния березняков Уфимского промышленного центра // Лесное образование, наука и хозяйство. Уфа : РИО РУНМЦ МО РБ, 2003. С. 168 – 171.

*Гилберт С. Ф.* Экологическая биология развития – биология развития в реальном мире // Онтогенез. 2004. Т. 35, № 6. С. 425 – 438.

*Гулёв С. К., Катцов В. М., Соломина О. Н.* Глобальное потепление продолжается // Вестн. РАН. 2008. Т. 78, № 1. С. 20 – 27.

*Джеббадзе Ю. Ю.* Глобальное изменение климата и инвазии чужеродных видов // Изменение климата и биоразнообразие России / под ред. Д. С. Павлова, В. М. Захарова. М. : Акрополь, 2007. С. 8 – 16.

*Захаров В. М.* Экологическая и популяционная биология развития : туда и обратно (комментарий к статье С. Ф. Гилберта) // Онтогенез. 2004. Т. 35, № 6. С. 439 – 440.

*Захаров В. М., Трофимов И. Е.* Оценка здоровья среды : экологическое нормирование (оценка состояния природных популяций по стабильности развития) // Вопросы экологического нормирования и разработка системы оценки состояния водоёмов : материалы Объединённого Пленума Научного совета ОБН РАН по гидробиологии, Гидробиол. о-ва при РАН и Межведомств. ихтиол. комиссии / под ред. Д. С. Павлова, Г. С. Розенберга, М. И. Шатуновского. М. : Т-во науч. изд. КМК, 2011. С. 102 – 120.

*Захаров В. М., Чубинишвили А. Т., Дмитриев С. Г., Баранов А. С., Борисов В. И., Валецкий А. В., Крысанов Е. Ю., Кряжева Н. Г., Пронин А. В., Чистякова Е. К.* Здоровье среды : практика оценки / Центр экологической политики России. М., 2000. 320 с.

*Захаров В. М., Жданова Н. П., Кирик Е. Ф., Шкиль Ф. Н.* Онтогенез и популяция : оценка стабильности развития в природных популяциях // Онтогенез. 2001. Т. 32, № 6. С. 404 – 421.

*Захаров В. М., Кряжева Н. Г., Дмитриев С. Г., Трофимов И. Е.* Оценка возможных изменений состояния популяций вследствие климатических изменений (на примере исследования стабильности развития березы повислой) // Успехи современной биологии. 2011 а. Т. 131, № 4. С. 425 – 430.

*Захаров В. М., Шефтель Б. И., Дмитриев С. Г.* Изменение климата и популяционная динамика : возможные последствия (на примере мелких млекопитающих в Центральной Сибири) // Успехи современной биологии. 2011 б. Т. 131, № 5. С. 435 – 439.

Изменение климата и биоразнообразие России / под ред. Д. С. Павлова, В. М. Захарова. М. : Акрополь, 2007. 96 с.

Изменение климата и биоразнообразие России / под ред. Д. С. Павлова, В. М. Захарова. М. : Акрополь, 2008. Вып. 2. 148 с.

*Павлов Д. С., Захаров В. М.* Последствия изменения климата для биоразнообразия и биологических ресурсов России : приоритетные направления исследований // Успехи современной биологии. 2011. Т. 131, № 4. С. 323.

*Павлов Д. С., Стриганова Б. Р., Букварёва Е. Н.* Экологоцентрическая концепция природопользования // Вестн. РАН. 2010. Т. 80, № 2. С. 131 – 140.

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ЗДОРОВЬЯ СРЕДЫ

*Стрельцов А. Б., Илюшина Л. А.* Динамика показателя стабильности развития березы бородавчатой на территории Калужской области // Изменение климата и биоразнообразие России / под ред. Д. С. Павлова, В. М. Захарова. М. : Акрополь, 2008. Вып. 2. С. 128 – 131.

*Трофимов И. Е., Захаров В. М.* Анализ динамики показателей стабильности развития для мониторинга последствий изменений климата (на примере жуков-мертвоедов) // Успехи современной биологии. 2011. Т. 131, № 4. С. 431 – 432.

*Baranov A. S., Pucek Z., Kiseleva E. G., Zakharov V. M.* Developmental stability in hybrids of European bison *Bison bonasus* and domestic cattle // Acta Theriologica. 1997. Suppl. 4. P. 79 – 85.

*Berteaux D., Humphries M. M., Krebs C.J., Lima M., McAdam A. G., Pettorelli N., Reale D., Saitoh T., Tkadlec E., Weladji R. B., Stenseth N. C.* Constraints to projecting the effects of climate change on mammals // Climate Research. 2006. Vol. 32. P. 151 – 158.

*Bierman S. M., Fairbairn J. P., Petty S. J., Elston D. A., Tidhar D., Lambin X.* Changes over time in the spatiotemporal dynamics of cyclic populations of field voles (*Microtus agrestis* L.) // The American Naturalist. 2006. Vol. 167, № 4. P. 583 – 590.

*Ims R. A., Henden J.-A., Killengreen S. T.* Collapsing population cycles // Trends in Ecology and Evolution. 2008. Vol. 23, № 2. P. 79 – 86.

УДК [574.2+574.3+595.763.21](470.318)

**ОЦЕНКА ЗДОРОВЬЯ СРЕДЫ  
ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ СТАБИЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ  
МОДЕЛЬНЫХ ВИДОВ (на примере жуков-мертвоедов)**

**И. Е. Трофимов**

*Институт биологии развития им. Н. К. Кольцова РАН  
Россия, 119334, Москва, Вавилова, 26  
E-mail: [ecopolicy@ecopolicy.ru](mailto:ecopolicy@ecopolicy.ru)*

Поступила в редакцию 18.05.12 г.

**Оценка здоровья среды по показателям стабильности развития модельных видов (на примере жуков-мертвоедов) – Трофимов И. Е.** – Проведено исследование изменений показателей стабильности развития в природных популяциях модельных объектов (два вида жуков-мертвоедов) при разных видах антропогенного воздействия для оценки применимости такого подхода для мониторинга состояния популяций и характеристики здоровья среды.

*Ключевые слова:* стабильность развития, флуктуирующая асимметрия, здоровье среды, жуки-мертвоеды.

**Environment health assessment by the developmental stability of model species (with a particular reference to burying beetles).** – Trofimov I. E. – A study was made of alterations of some developmental stability indices under the impact of various kinds of human activity in natural populations of two model burying beetle species to assess the applicability of this approach to monitoring the population status and to characterize the health of the environment.

*Key words:* developmental stability, fluctuating asymmetry, health of environment, burying beetles.

## ВВЕДЕНИЕ

Мониторинг состояния природных популяций различных видов на фоне происходящих изменений среды, в качестве главного фактора которых все больше выступает антропогенное воздействие, становится наиболее важной задачей. Помимо самостоятельного интереса это направление исследований представляется важным и для решения вопроса об оценке качества, здоровья среды, т.е. ее благоприятности для живых организмов, включая и человека. Перспективным в этом плане представляется подход, основанный на оценке состояния популяций по стабильности индивидуального развития (Захаров, 1987; Последствия..., 1996; Захаров и др., 2000; Захаров, Чубинишвили, 2001; Стрельцов, 2003; Developmental Homeostasis..., 1997; Developmental Instability..., 2003; Graham et al., 2010).

Задача настоящей работы – провести исследование возможных изменений показателей стабильности развития в природных популяциях модельных объектов при разных видах антропогенного воздействия для оценки применимости подхода для мониторинга состояния популяций и характеристики здоровья среды.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве модельных видов были выбраны два вида жуков-мертвоедов (*Nicrophorus vespilloides* (Herbst, 1783) и *N. vespillo* (Linnaeus, 1758)), которые являются фоновыми видами в районе исследования и удовлетворяют обычным требованиям выбора объектов для проведения оценки здоровья среды (Захаров и др., 2000; Трофимов, 2007). В силу экологических особенностей (*N. vespilloides* больше тяготеет к биотопам с древесной растительностью, а *N. vespillo* – к открытым биотопам) эти два вида дополняют друг друга и предоставляют удобную модель для исследования.

Материалом для настоящих исследований послужили собственные сборы, а также коллекционные материалы (лаборатории биоиндикации Калужского государственного университета и экологического клуба «Stenus», г. Калуга). Сбор материала проводился в Калужской области (на территории г. Калуги и его окрестностей, заповедника «Калужские засеки», в районе кордона «Новая Деревня» и деревни Ягодное, в окрестностях Ястребовского полигона захоронения промышленных отходов).

Стабильность развития оценивалась по флуктуирующей асимметрии шести морфологических меристических признаков (число хет на внутренней и внешней стороне голени трех пар конечностей) (Трофимов, 2007). Причиной выбора признаков послужило то, что все они формируются на ранних стадиях онтогенеза и полностью сформированы к моменту исследования, легко выделяемы и учитываемы, а система признаков оказалась пригодной для обоих исследуемых видов и соответствует критериям определения флуктуирующей асимметрии (Palmer et al., 1994).

В качестве показателя стабильности развития использовалась средняя частота асимметричного проявления на признак (Захаров и др., 2000), которая рассчитывается как среднее число асимметричных признаков на особь, отнесенное к числу проанализированных признаков.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

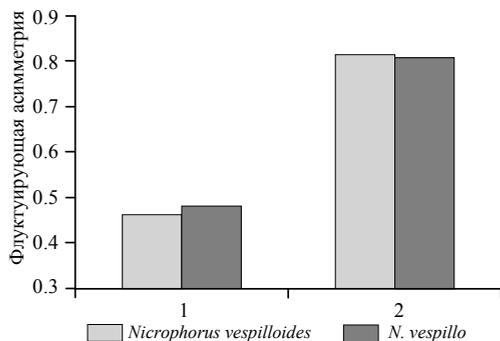
### **Оценка стабильности развития при разном уровне общей антропогенной нагрузки**

Для оценки возможных изменений стабильности развития при нарастании общего антропогенного воздействия было проведено сравнение выборок из контрастных точек с существенно различными условиями (включая полигон промышленных отходов и северный участок заповедника «Калужские засеки»).

Проведенный анализ показал (рис. 1) сходную картину изменения показателя стабильности развития (флуктуирующая асимметрия) для обоих видов. В условиях загрязнения среды величина показателя существенно выше, чем в условно контрольной точке (на территории заповедника средняя частота асимметричного проявления на признак равна  $0.46 \pm 0.03$  у *N. vespilloides* и  $0.48 \pm 0.04$  у *N. vespillo*, в то время как на полигоне промышленных отходов величина показателя у *N. vespilloides* –  $0.81 \pm 0.03$ , у *N. vespillo* –  $0.80 \pm 0.03$ ).

Кроме того, был проведен анализ серии точек в градиенте нарастания уровня антропогенного пресса, по мере приближения к городу (рис. 2).

Сравнение показало рост исследуемого показателя по мере приближения к центру города. Максимальные значения показателя, частоты асимметричного проявления на признак, отмечены в центре города ( $0.83 \pm 0.03$  у *N. vespilloides* и  $0.83 \pm 0.03$  у *N. vespillo*).



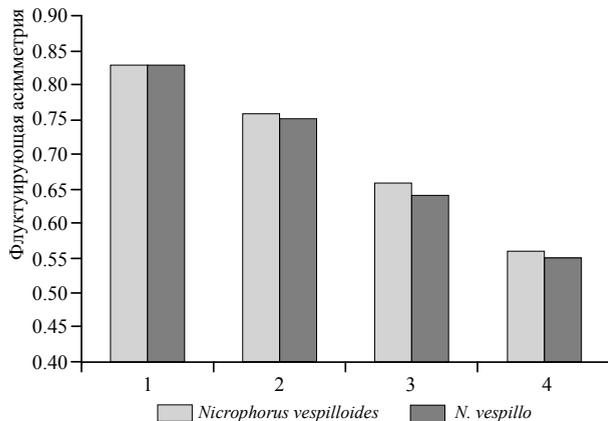
**Рис. 1.** Величина показателя стабильности развития (флуктуирующая асимметрия) в выборках *Nicrophorus vespilloides* и *N. vespillo* из точек с разным уровнем антропогенной нагрузки: 1 – заповедник, 2 – полигон промышленных отходов

К окраине города и по мере удаления от него значения показателя снижаются (составляя на окраине города  $0.76 \pm 0.03$  у *N. vespilloides* и  $0.75 \pm 0.03$  у *N. vespillo*, и на расстоянии полутора километров от города  $0.66 \pm 0.04$  у *N. vespilloides* и  $0.64 \pm 0.04$  у *N. vespillo*). Минимальные значения показателя были обнаружены в точке на значительном удалении от города, в трех километрах ( $0.56 \pm 0.06$  у *N. vespilloides* и  $0.55 \pm 0.06$  у *N. vespillo*).

Полученные на этом этапе анализа данные свидетельствуют в пользу предположения о снижении стабильности развития (возрастании показателей флуктуирующей асимметрии) при нарастании уровня общей антропогенной нагрузки.

### Оценка стабильности развития при радиационном загрязнении

Для выполнения этого этапа исследования было проведено сравнение выбо-



**Рис. 2.** Величина показателя стабильности развития (флуктуирующая асимметрия) в выборках *Nicrophorus vespilloides* и *N. vespillo* из серии точек на разном удалении от города: 1 – центр города, 2 – окраина города, 3 – в 1.5 км от города, 4 – в 3 км от города

рок из двух контрастных точек на территории заповедника «Калужские засеки». Данная территория (Ульяновский район Калужской области) подверглась воздействию радиоактивных осадков после катастрофы на Чернобыльской АЭС, и современная картина загрязнения здесь мозаична. Северный участок (в районе Новой деревни) заповедника считается условно чистым, а южный участок (в районе деревни Ягодное) – загрязненным. Оценка радиоактивного загрязнения проводилась лабораторией

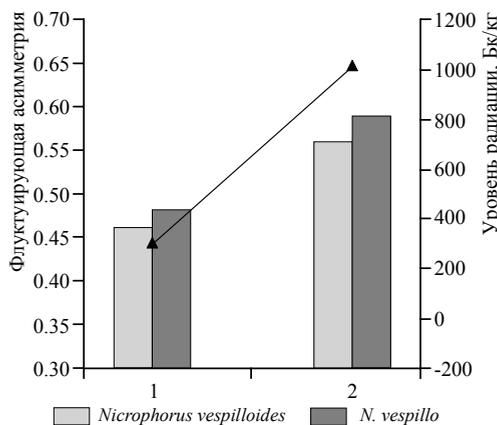
## ОЦЕНКА ЗДОРОВЬЯ СРЕДЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ СТАБИЛЬНОСТИ

биоиндикации Калужского государственного университета в 1996 г. (Константинов, 2001). Расположение данных точек на заповедной территории позволяет снизить вероятность влияния других видов антропогенного воздействия.

Анализ показал, что величина показателя асимметрии у обоих видов значимо выше в точке более высокого радиационного загрязнения (рис. 3). При уровне радиоактивного загрязнения 1030 Бк/кг значение показателя флуктуирующей асимметрии у *N. vespilloides* –  $0.56 \pm 0.03$ , а у *N. vespillo* –  $0.59 \pm 0.04$ , тогда как при уровне загрязнения 300 Бк/кг значения показателя у *N. vespilloides* –  $0.46 \pm 0.03$ , а у *N. vespillo* –  $0.48 \pm 0.04$ .

### Оценка стабильности развития при загрязнении тяжелыми металлами

Для выявления воздействия химического загрязнения было проведено сравнение величины показателей стабильности развития и концентрации тяжёлых металлов в напочвенной подстилке. Данные по концентрации тяжелых металлов были предоставлены Федеральным государственным учреждением «Территориальный фонд информации по природным ресурсам и охране окружающей среды МПР России по Центральному федеральному округу». В результате проведенного исследования (рис. 4) были выявлены более высокие значения исследуемого показателя в точках с повышенными концентрациями ртути и никеля. Увеличение концентрации ртути с 0.019 до 0.034 мг/кг и никеля с 5.42 до 9.59 мг/кг соответствует величине показателя флуктуирующей асимметрии у *N. vespilloides*  $0.71 \pm 0.03$  и  $0.80 \pm 0.02$ , а у *N. vespillo* –  $0.71 \pm 0.03$  и  $0.80 \pm 0.02$ .



**Рис. 3.** Величина показателя стабильности развития (флуктуирующая асимметрия) в выборках *Nicrophorus vespilloides* и *N. vespillo* из точек с разным уровнем радиационного загрязнения: 1 – 300 Бк/кг, 2 – 1030 Бк/кг

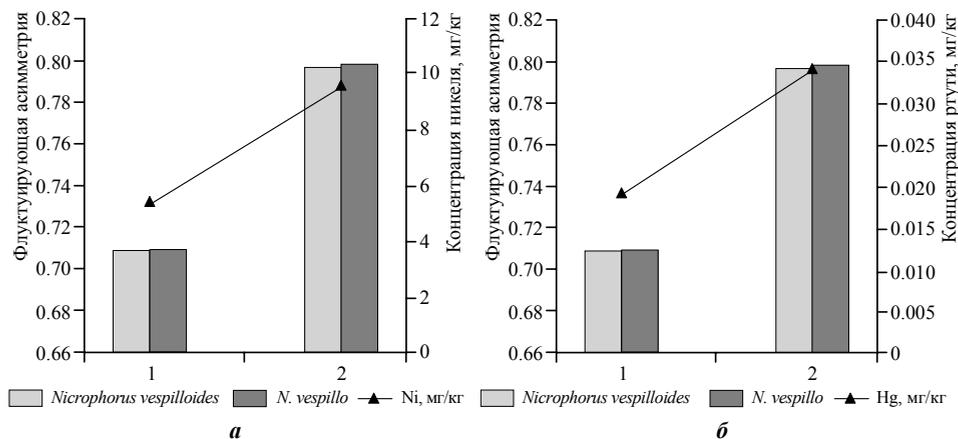
### Оценка возможных изменений стабильности развития во времени

Обычно биоиндикационные исследования позволяют провести оценку, отражающую ситуацию на данный момент времени. Специальный интерес при этом представляет проведение оценок возможных изменений величины исследуемых показателей во времени.

Для оценки динамики изучаемого показателя было проведено сравнение значений коэффициента флуктуирующей асимметрии в одних и тех же 10 точках на территории Калужского городского бора на протяжении пяти лет.

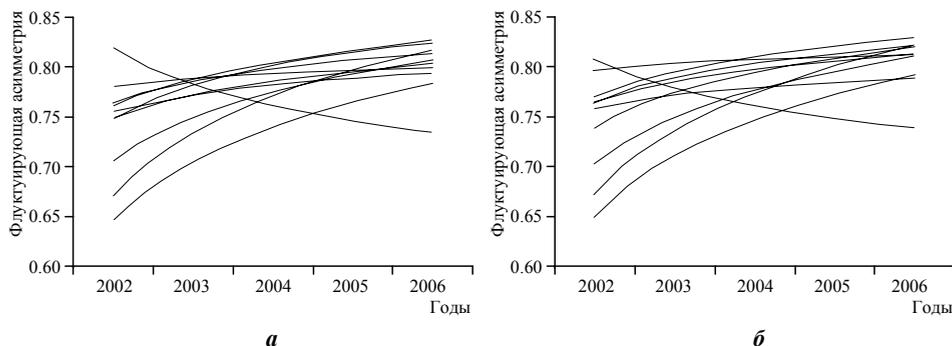
Анализ полученных данных показывает, что практически во всех исследованных точках наблюдается тенденция к возрастанию показателей флуктуирующей

асимметрии. О значимости выявленной тенденции говорит и то, что картина изменений оказывается практически идентичной для обоих исследованных видов. Исключение составляет лишь одна точка, в которой наблюдается снижение показателя для обоих видов, предположительно, вследствие локального улучшения ситуации (Трофимов, 2007).



**Рис. 4.** Величина показателя стабильности развития (флуктуирующая асимметрия) в выборках *Nicrophorus vespilloides* и *N. vespillo* из точек с разной концентрацией никеля (а) и ртути (б)

В качестве наиболее вероятной причины такого возрастания флуктуирующей асимметрии можно полагать отклонения условий окружающей среды от оптимальных, прежде всего, вследствие практически повсеместно наблюдаемых сегодня изменений климата и нарастающих антропогенных нагрузок. Сходные результаты (Стрельцов, Илюшина, 2008) были получены и при исследованиях многолетней динамики величины показателей стабильности развития в ряде точек Калуж-



**Рис. 5.** Величина показателя стабильности развития (флуктуирующая асимметрия) в выборках *Nicrophorus vespilloides* (а) и *N. vespillo* (б) из 10 точек за разные годы

## ОЦЕНКА ЗДОРОВЬЯ СРЕДЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ СТАБИЛЬНОСТИ

ской области и для другого вида – берёзы повислой (*Betula pendula* Roth). В качестве наиболее вероятной причины наблюдаемых изменений было также предположено изменение климата.

Важным аргументом при решении вопроса о том, в какой степени данные, получаемые в отношении отдельных модельных объектов, могут быть использованы для оценки здоровья среды, является сходная реакция на оцениваемые воздействия разных видов. На всех этапах анализа отмечалось, что картина изменений показателей асимметрии для обоих видов всегда была сходна. Величина коэффициента корреляции для показателей флуктуирующей асимметрии на всем исследованном материале – 80 совместных выборок – оказалась равной 0.94. Исходя из этого, мы можем сделать вывод, что оба вида, несмотря на определенные экологические особенности, практически идентично реагируют на оцениваемые негативные воздействия окружающей среды. Еще более важным аргументом в пользу предположения о возможности получения определенной информации о здоровье среды при оценке модельных объектов является сходная картина изменений показателей стабильности развития в районе проведения нашего исследования, которая была обнаружена в ходе ранее проведенного анализа для растений (берёза повислая) (Стрельцов, 2003).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного анализа был выявлен ответ исследуемых объектов в виде возрастания величины флуктуирующей асимметрии выбранной системы признаков в качестве интегрального показателя стабильности развития, как при определенном, так и комплексном антропогенном воздействии. Это свидетельствует о возможности применения данного подхода при наблюдении за состоянием популяций и проведении биомониторинга, связанного с выявлением реакции биоты на негативные антропогенные воздействия. Сходство результатов, полученных для разных видов, как близких, так и принадлежащих к существенно различным систематическим группам, свидетельствует в пользу предположения о том, что данные, получаемые для отдельных фоновых модельных видов, могут быть использованы и для ориентировочной оценки качества, здоровья среды в исследуемых местообитаниях.

Автор выражает признательность В. М. Захарову и Т. Б. Трофимовой за помощь в выполнении настоящей работы.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития», подпрограмма «Биоразнообразие: состояние и динамика».*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Захаров В. М. Асимметрия животных : популяционно-феногенетический подход. М. : Наука, 1987. 216 с.

Захаров В. М., Чубинишвили А. Т. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях / Центр экологической политики России. М., 2001. 148 с.

Захаров В. М., Баранов А. С., Борисов В. И., Валецкий А. В., Кряжева Н. Г., Чистякова Е. К., Чубинишвили А. Т. Здоровье среды : методика оценки / Центр экологической политики России. М., 2000. 68 с.

Константинов Е. Л. Особенности флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula* Roth.) как вида биоиндикатора : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Калуга, 2001. 20 с.

Последствия Чернобыльской катастрофы : здоровье среды / под ред. В. М. Захарова, Е. Ю. Крысанова / Центр экологической политики России. М., 1996. 170 с.

Стрельцов А. Б. Региональная система биологического мониторинга. Калуга : Изд-во Калуж. ЦНТИ, 2003. 158 с.

Стрельцов А. Б., Илюшина Л. А. Динамика показателя стабильности развития березы бородавчатой на территории Калужской области // Изменение климата и биоразнообразие России / под ред. Д. С. Павлова, В. М. Захарова. М. : Акрополь, 2008. Вып. 2. С. 128 – 131.

Трофимов И. Е. Биоиндикация качества среды по стабильности развития и фенотипической изменчивости жуков-мертвоедов (Coleoptera : Silphidae): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Калуга, 2007. 24 с.

Developmental homeostasis in natural populations of mammals : phonetic approach / eds. V. M. Zakharov, A. V. Yablokov // Acta Theriolog. 1997. Suppl. 4. 92 p.

Developmental Instability : causes and consequences / ed. M. Polak. N. Y. : Oxford University Press, 2003. 460 p.

Graham J. H., Raz S., Hel-Or H., Nevo E. Fluctuating asymmetry : methods, theory, and application // Symmetry. 2010. № 2. P. 466 – 540.

Palmer A. R., Strobeck C., Chippindale A. K. Bilateral variation and the evolutionary origin macroscopic asymmetries // Developmental instability : its origins and evolutionary implications. Dordrecht : Kluwer Acad. Publ., 1994. P. 203 – 220.

УДК 504(470.57)

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ  
В УФИМСКОМ ПРОМЫШЛЕННОМ ЦЕНТРЕ  
(РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)**

**А. Ю. Кулагин<sup>1</sup>, О. В. Тагирова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Институт биологии Уфимского научного центра РАН  
Россия, 450054, Уфа, Просп. Октября, 69  
E-mail: coolagin@list.ru*

<sup>2</sup> *Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы  
Россия, 450000, Уфа, Октябрьской Революции, 3 а  
E-mail: olecyi@mail.ru*

Поступила в редакцию 29.03.12 г.

**Экологические аспекты природопользования в Уфимском промышленном центре (Республика Башкортостан).** – Кулагин А. Ю., Тагирова О. В. – Природопользование в условиях индустриального центра, направленное на достижение социально-экологического эффекта, учитывает неравномерность распространения лесных насаждений по территории отдельных районов и дифференцированный подход к обоснованию и проведению природоохранных мероприятий. Электронные картосхемы административных районов г. Уфы с нанесением промышленных предприятий, пробных площадей и указанием жизненного состояния древесной растительности обеспечивают корректный мониторинг состояния лесных насаждений.

*Ключевые слова:* природопользование, промышленный центр, лесные насаждения, электронные картосхемы.

**Environmental aspects of natural resource management in industrial centers of the Republic of Bashkortostan.** – Kulagin A. Yu. and Tagirova O. V. – The usage of natural resources in the conditions of an industrial center to achieve a socio-ecological effect takes into account the non-uniform distribution of forest plantations on the territory of separate areas and a differentiated approach to substantiating and conducting environmental activities. Electronic skeleton maps of the administrative districts of the Ufa City with the indication of industrial enterprises, pilot plots, and the state of life quality of wood vegetations provide correct monitoring of the status of forest stands.

*Key words:* natural resources, industrial centre, forest plantations, electronic skeleton maps.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Территории индустриальных центров и прилегающие ландшафты испытывают значительные техногенные и рекреационные нагрузки, что приводит к ухудшению экологических условий, снижению продолжительности жизни отдельных деревьев и насаждений, устойчивости к антропогенным и природным воздействиям, биосферных и санитарно-гигиенических функций (Кулагин, 1998; Николаевский, 2002; Печаткин и др., 2005; Бухарина и др., 2007). Следует отметить, что эколого-биологическая характеристика состояния лесных насаждений, оценка устойчивости лесообразующих видов древесных пород лежит в основе экологически корректных решений по реконструкции существующих и созданию новых лесных насаждений. Известно, что для территории каждого современного города – промыш-

ленного центра – проводится комплекс работ по оценке современного состояния. Комфортность жизни людей в г. Уфа определяется состоянием и перспективами зеленого строительства и связана с обоснованием мероприятий по поддержанию и реконструкции существующих лесных насаждений, а также созданием новых зеленых насаждений.

Характеристика насаждений древесных растений г. Уфа выполнена по следующей схеме:

- 1) составление картосхем территории с промышленными предприятиями, защитными насаждениями вокруг них и зелеными зонами с учетом существующего административного деления;
- 2) оценка жизненного состояния насаждений древесных растений в условиях загрязнения окружающей среды промышленного центра;
- 3) инвентаризация травянистой растительности лесных насаждений с учетом промышленного загрязнения и рекреационной нагрузки;
- 4) обоснование использования отдельных видов деревьев при реконструкции и создании санитарно-защитных насаждений.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования выполнены в период 2007 – 2011 гг. на территории 7 административных районов г. Уфа.

Объекты исследований: насаждения с участием сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.), ели сибирской (*Picea obovata* L.), тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.), берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.), липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) и дуба черешчатого (*Quercus robur* L.).

Исследования проводилась с использованием апробированных методов (Методы..., 1966; Сукачев, 1966; Клейн Р. М., Клейн Д. Т., 1974; Алексеев, 1990; Ваганов, Шашкин, 2000; Андреева и др., 2002 и др.). Обработка полученных результатов производилась с помощью программного обеспечения: Microsoft Excel 2008, Microsoft Office Word 2007, Adobe Photoshop CS5, DoubleGIS 2011.

Было заложено 14 постоянных пробных площадей, проводилась оценка состояния отдельных видов деревьев, оценено относительное жизненное состояние 1500 деревьев, выполнено 115 геоботанических описаний, сделано и обработано 500 цифровых фотографий, составлено 16 цифровых картосхем.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Общая площадь лесов г. Уфа составляет 21576 га. Покрытые лесной растительностью земли занимают 94.1%, непокрытые – 1.7% общей площади (Лесохозяйственный регламент..., 2008). Естественные леса города – типичные широколиственные. Основными лесобразующими древесными породами лесного массива являются липа, дуб низкоствольный, ольха чёрная и осина, успешно произрастают в искусственно созданных культурах тополь, ясень, сосна и ель. В подлеске:

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

лещина, черёмуха, бересклет бородавчатый, встречается крушина слабительная, шиповник. Из-за частых рубок они утратили свой первоначальный облик, а породный состав их замещен вторичными формациями. Леса зеленой зоны отличаются значительным своеобразием. Здесь проходят границы ареала широколиственных пород: дуба, ильма, вяза, липы, клёна, лещины, и опускаются юго-западные границы распространения пихты и ели.

Определяющим фактором качества воздуха является поступление в атмосферу загрязняющих веществ в результате деятельности предприятий и организаций промышленного и аграрного комплекса, а также от автотранспортных средств.

Уфа – насыщенный промышленными предприятиями город, на долю которого приходится около 40% всей продукции, выпускаемой в республике. В городе расположено свыше 700 предприятий, выбрасывающих загрязняющие вещества в атмосферу. Объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за период 2005 – 2010 гг. представлены в табл. 1.

**Таблица 1**

Объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в 2005 – 2010 гг., тыс. т

Выбросы загрязняющих веществ	Год					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Всего по городу	290.0	348.1	327.0	395.8	318.8	354.3
в том числе						
от стационарных источников	156.9	153.0	154.1	151.6	141.6	134.1
от транспортных средств	133.1	195.1	172.9	244.2	177.2	220.2

*Примечание.* Сост. по: Государственный доклад..., 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011.

Ведущие отрасли промышленности: нефтеперерабатывающая, включающая три нефтеперерабатывающих завода – ОАО «Уфанефтехим», ОАО «Уфимский НПЗ», ОАО «Ново-Уфимский НПЗ»; химическая, крупным представителем которой является ОАО «Уфаоргсинтез»; машиностроение и металлообработка представлены ОАО «Уфимское моторостроительное производственное объединение», ФГУП Уфимское АП «Гидравлика», ФГУП «Уфимское агрегатное производственное объединение»; лесная и деревообрабатывающая – ОАО Фанерный комбинат, ООО «Фанерно-плитный комбинат», ОАО «Башмебель»; медицинская – ОАО «Фармстандарт-УфаВИТА», ОАО «Имунопрепарат»; предприятия по производству стройматериалов, легкой и пищевой промышленности (Государственный доклад..., 2011).

Древесные насаждения мозаичные и характеризуются видовым разнообразием. Краткая таксационная характеристика насаждений на 14 пробных площадях приведена в табл. 2.

Получены сведения по характеристике относительного жизненного состояния древесных пород в насаждениях Уфимского промышленного центра (табл. 3).

Проведена оценка устойчивости отдельных видов деревьев и насаждений к воздействию техногенных факторов. По средним показателям относительного жизненного состояния исследуемых пород деревьев видно, что относительное

жизненное состояние тополя бальзамического, берёзы повислой, липы мелколистной и ели сибирской оценивалось как «здоровое». А относительное жизненное состояние дуба черешчатого, сосны обыкновенной и лиственницы Сукачева оценивалось как «ослабленное».

Таблица 2

Краткая таксационная характеристика насаждений  
Уфимского промышленного центра

№ ПП	Местоположение	Формула древостоя	Возраст, годы	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Сомкнутость
1	Близ Новоуфимского нефтеперерабатывающего завода, Орджоникидзевский район	6Т62Е1Лп1Бп+Д+Яо+С+Лц	40	13	12	0.4
2	Территории парка Победы, Орджоникидзевский район	5Т61Е1Лц1БП1С1Д+Лп	60	19,5	20	0.8
3	Территории парка им. Калинина, Калининский район	6Т62Е1Лп1Бп+С+Д+Лц+Кл+В	40	16	15	0.6
4	Близ ОАО Уфимского моторостроительного производственного объединения УМПО, Калининский район	5Т62Лп 2Бп1Е+Д+Кл+В+Яо	40	16	16	0.5
5	На территории парка им. М. Гафури, Октябрьский район	4Д1Т61Лп1БП1С1Лц1Е+С+Кл+В+Яо	50	20	21	0.1
6	Близ Уфимского приборостроительного производственного объединения, Октябрьский район	5Т61Лп1Бп1С1Лц1Е	45	18	17,5	0.8
7	На территории парка Лесоводов Башкирии, Октябрьский район	3Д2С1Лц1Т61Лп1БП1Е+Кл+В	47	19	18,6	0.4
8	Близ Уфимского агрегатного предприятия Гидравлика, Советский район	4Е2Т62С1Бп1Лп	40	16,5	16	0.7
9	Близ аэропорта, Кировский район	4Т62Е1Бп1С1Лц1Лп+С+Д+Кл	43	18	17	0.6
10	Близ ОАО «Фармстандарт-УфаВИТА», Кировский район	5Е 2Бп 2Лп 1Т6	25	10	9	0.4
11	Сквер «Волна», Ленинский район	4Е1Лц1С1Бп1Лп1Т61В+Д+Кл	50	17,5	16,5	0.8
12	Близ Судоремонтно-судостроительного завода, Ленинский район	4Т62Е2БП1Лп1В+Д	27	10	9,5	0.4
13	Территория Демского парка культуры и отдыха, Демский район	5Т62Е1Лц1С1Бп+Лп 1В+Д	22	8,5	8	0.8
14	Близ ж/д станции Дема, Демский район	5Т62Е2БП1Лп+В+Кл+Д	43	18,5	17	0.6

Если рассматривать северную часть г. Уфа (Орджоникидзевский и Калининский районы) с самым большим количеством промышленных предприятий, то видно, что на данных территориях особое воздействие на растительность оказывает нефтехимическое загрязнение. В условиях антропогенного загрязнения наиболее устойчивыми древесными породами являются тополь бальзамический, берёза повислая, липа мелколистная, а остальные породы являются наименее устойчивыми. Установлено, что в южной части города особое воздействие на древесную растительность оказывают рекреационная нагрузка и энтомопоражения.

Таблица 3

Относительное жизненное состояние древесных пород  
в условиях Уфимского промышленного центра, %

Порода	Орджоникидзевский		Калининский		Октябрьский		Советский		Кировский		Ленинский		Демский		Средние показатели
	ПП№1	ПП№2	ПП№3	ПП№4	ПП№5	ПП№6	ПП№7	ПП№8	ПП№9	ПП№10	ПП№11	ПП№12	ПП№13	ПП№14	
	НУНПЗ	Парк Победы	Парк им. Калинина	УМПО	Парк им. М. Гафури	Уфимское приборостроительное производственное объединение	Лесопарк им. Лесоводов Башкирии	Уфимское агрегатное предприятие Гидравлика	Международный аэропорт г. Уфа	ОАО Фармстандарт – УфаВита	Загон сквер Волна	ООО «Судоремонтно-судостроительный завод»	Демский парк культуры и отдыха	Ж/д станция Дема	
Тополь бальзамический	51.5	91	80.2	77.2	83.5	89.5	92.5	89.5	87.2	86.5	88.0	89.5	88.0	83.2	84.1
Берёза повислая	54.5	89.1	82	75.5	94.0	85.0	91.0	86.5	82	82.0	88.0	86.5	88.0	85.0	83.5
Липа мелколиственная	54.5	88.0	77.3	77.5	79.0	85.0	83.5	88.0	80.3	85.0	84.7	82.0	82.0	80.2	80.5
Дуб черешчатый	44.5	87.0	74.5	76.0	77.2	–	82.0	–	89.5	–	86.5	83.5	83.5	82	78.7
Сосна обыкновенная	48.5	89.5	76.0	–	68.2	–	85.0	82.0	85.0	–	88.0	–	82.0	–	78.2
Лиственница Сукачева	48.5	91.0	76.0	–	82.0	79.0	88.0	–	76.0	–	82.0	–	86.0	–	78.7
Ель сибирская	45.2	91.0	74.5	79.0	85.0	88.0	88.0	85.0	82.0	63.0	89.5	85.0	86.5	88.0	80.7

Травянистая растительность в насаждениях представлена 25 семействами (табл. 4). Растительность в пределах пробных площадей, которые находятся на территории семи административных районов г. Уфа различается. Наибольшая представленность травянистой растительности по количеству семейств отмечается в насаждениях на территории рекреационной зоны Орджоникидзевского района, наименьшая – на территории Демского района. Наиболее разнообразный видовой состав травянистой растительности в древесных насаждениях г. Уфа представлен на территории рекреационной зоны Октябрьского района. По наименьшему видовому составу выделяется зона загрязнения Кировского района.

Таблица 4

Количественная характеристика семейств травянистой растительности  
древесных насаждений по административным районам г. Уфа в зависимости от зоны

№ пп	Административные районы	Зона загрязнения		Рекреационная зона	
		Количество семейств	Количество видов	Количество семейств	Количество видов
1	2	3	4	5	6
1	Орджоникидзевский район	8	15	18	29
2	Калининский район	11	17	14	23

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6
3	Октябрьский район	7	8	17	30
4	Советский района	5	7	14	25
5	Кировский район	5	5	13	28
6	Ленинский район	16	21	10	17
7	Демский район	5	8	8	15

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Насаждения древесных растений составляют 30% от общей площади г. Уфа. На 2011 г. на 1 человека приходится 201.4 м<sup>2</sup> пригородных и городских зеленых насаждений. Более 50% лесных насаждений г. Уфа относятся к категориям приспевающих, спелых и перестойных. При реконструкции лесных насаждений следует учитывать, что наименее устойчивыми древесными породами являются дуб черешчатый, сосна обыкновенная. Наиболее устойчивыми древесными породами в условиях Уфимского промышленного центра являются берёза повислая, тополь бальзамический, липа мелколистная, ель сибирская, лиственница Сукачева.

Неравномерность распространения лесных насаждений по территории отдельных районов и значительные различия между административными районами обуславливают необходимость дифференцированного подхода к обоснованию и проведению природоохранных мероприятий. Для административных районов г. Уфа разработаны цифровые картосхемы лесных насаждений с указанием их жизненного состояния и расположения промышленных предприятий. Это составляет основу для мониторинга состояния лесных насаждений г. Уфа.

Анализ пространственного расположения лесных насаждений позволяет отметить, что санитарно-защитные насаждения расположены в основном вокруг г. Уфа. Внутри города сосредоточены незначительные буферные зоны вокруг промышленных предприятий и между жилыми кварталами. Кроме того, на территории г. Уфа находятся и водораздельные леса, площади которых сокращаются (плановые рубки, застройка территорий и пр.). Для улучшения экологической обстановки в городе необходимо расширение санитарно-защитной зоны за счет прилегающих территорий. Необходимо реконструировать городские и внутриквартальные насаждения с использованием устойчивых и продуктивных видов древесных растений.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № №11-04-97025), тематического плана Министерства образования и науки РФ (2008 – 2013), Программ фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (2009 – 2011) и ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий» (2012 – 2013), а также грантов Академии наук Республики Башкортостан.*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев В. А. Некоторые вопросы диагностики и классификации поврежденных загрязнением лесных экосистем // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1990. С. 38 – 54.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

*Андреева Е. Н., Баккал И. Ю., Гориков В. В., Лянгузова И. В., Мазная Е. А., Нешатаев В. Ю., Нешатаева В. Ю., Ставрова Н. И., Ярмишко В. Т., Ярмишко М. А.* Методы изучения лесных сообществ. СПб. : НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.

*Бухарина И. Л., Поварнищина Т. М., Ведерников К. Е.* Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде. Ижевск : Изд-во Ижевской гос. с.-х. акад., 2007. 216 с.

*Ваганов Е. А., Шашкин А. В.* Роль и структура годичных колец хвойных. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2000. 232 с.

Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2005 году». Уфа, 2006. 197 с.

Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2006 году». Уфа, 2007. 200 с.

Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2007 году». Уфа, 2008. 217 с.

Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2008 году». Уфа, 2009. 200 с.

Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2009 году». Уфа, 2010. 189 с.

Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2010 году». Уфа, 2011. 343 с.

*Клейн Р. М., Клейн Д. Т.* Методы исследования растений. М. : Колос, 1974. 527 с.

*Кулагин А. Ю.* Ивы : техногенез и проблемы оптимизации нарушенных ландшафтов. Уфа : Гилем, 1998. 193 с.

Лесохозяйственный регламент для лесов, находившихся в ведении МУП «Горзеленхоз» / МУП «Горзеленхоз». Уфа, 2008. 128 с.

Методы фенологических наблюдений при ботанических исследованиях. М. : Наука, 1966. 103 с.

*Николаевский В. С.* Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. Пушкино : ВНИИЛМ, 2002. 220 с.

*Печаткин В. В., Гарилов Ф. Н., Кулагин А. Ю.* Современные проблемы эколого-экономической оценки лесов Республики Башкортостан. Уфа : Гилем, 2005. 130 с.

*Сукачев В. Н.* Программа и методика биогеоценологических исследований. М. : Наука, 1966. 333 с.

УДК 574.58(282.247.417)

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА  
И ДИНАМИКА ВОДНО-НАЗЕМНЫХ ЭКОТОНОВ  
ВЕРХНЕЙ ЗОНЫ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

**Г. В. Шляхтин<sup>1</sup>, А. В. Беляченко<sup>1</sup>, Е. Ю. Мосолова<sup>1</sup>, В. Г. Табачишин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского  
Россия, 410012, Саратов, Астраханская, 83  
E-mail: badger13@yandex.ru*

<sup>2</sup> *Саратовский филиал Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН  
Россия, 410028, Саратов, Рабочая, 24*

Поступила в редакцию 18.05.12 г.

**Биологическая структура и динамика водно-наземных экотонov верхней зоны Волгоградского водохранилища.** – Шляхтин Г. В., Беляченко А. В., Мосолова Е. Ю., Табачишин В. Г. – За период исследований с 1975 г. по настоящее время в верхней зоне Волгоградского водохранилища были выделены два типа экотонov: с незарегулированным и зарегулированным гидрологическим режимом. Функционирование этих экосистем определяется сезонными и многолетними колебаниями уровня воды и эксплуатацией гидроэлектростанций. Структура сообществ позвоночных животных сильно варьирует в экотонах разных типов и в значительной степени изменяется по сезонам. Такие изменения в составе комплексов наземных позвоночных обусловлены естественными процессами, приводящими к последовательным сменам кормности угодий, изменению их защитных свойств. Экотонov в условиях волжского бассейна являются неустойчивыми экосистемами, но при экстремальных ситуациях они выступают как рефугиумы биологического разнообразия пойменных экосистем.

*Ключевые слова:* позвоночные животные, динамика, экотон, Волгоградское водохранилище.

**Biological structure and dynamics of the aquatic-ground ecotones of the upper zone of the Volgograd reservoir.** – Shliakhtin G. V., Beliachenko A. V., Mosolova E. Yu., and Tabachishin V. G. – Two ecotone types (highly dynamic ecosystems) were resolved in the upper zone of the Volgograd reservoir from 1975 till now, namely, with non-regulated and regulated hydrological regimes. Their functioning is determined by seasonal and perennial oscillations of the water level and the hydropower station exploitation. The vertebrate community structure heavily varies in ecotones of different types and changes with seasons to a great extent. Such changes in the composition of the ground vertebrate complexes are caused by natural processes leading to subsequent changes of the food richness of the land and changes in its protective properties. The ecotones are unstable systems under the conditions of the Volga basin but act as refugia of the biological diversity of flood-land ecosystems under extremal conditions.

*Key words:* vertebrates, dynamics, ecotone, Volgograd reservoir.

**ВВЕДЕНИЕ**

Ландшафты поймы р. Волги находятся под постоянным антропогенным воздействием. При этом в их формировании важная роль принадлежит экотонным системам различного иерархического уровня (Шляхтин и др., 1994). Именно здесь в условиях естественного режима реки всегда происходила и происходит трансформация рельефа поймы, формирование новых растительных ассоциаций и сообществ

животных. С другой стороны, создание и эксплуатация водохранилищ на Волге привели к появлению и развитию новых экотонных систем, значение которых в поддержании разнообразия биоты оказывается нередко важнее сохраняющихся естественных пойменных экосистем. На примере Волгоградского водохранилища представляется возможным проследить основные закономерности структуры и динамики существующих экотонных систем.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Изучение динамики видового состава животных и пространственной структуры популяций отдельных видов в экотонных зонах изучались традиционными и широко используемыми методами. В качестве основного метода исследований амфибий, рептилий и птиц использовались пешие учеты на постоянных, нестрого фиксированных маршрутах, а также комбинированный вариант метода картографирования (Шляхтин, Голикова, 1980; Шляхтин и др., 2005 а; Tomialojs, 1980). Полученные количественные характеристики пересчитывались в показатели видовой обилия: число пар (или особей) на единицу площади (Равкин, Челинцев, 1990). Численность речного бобра и ондатры определялась подсчетом их жилых нор. Использование экотонных американской норкой, лисицей, кабаном подтверждалось изучением следов их жизнедеятельности: отпечатков частей тела на влажном грунте или песке, а также поиском и сбором экскрементов. Видовой состав и относительная численность мелких насекомоядных и грызунов определялись с помощью отловов этих животных канавками или ловушко-линиями (Карасева, Телицина, 1996). Ширина пространственной ниши мелких грызунов рассчитывалась как индекс энтропии Шеннона (Мэггаран, 1992).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

За период исследования с 1975 г. по настоящее время в верхней зоне Волгоградского водохранилища были выделены два типа экотонных систем:

- на многочисленных участках реки, где сохраняется гидрологический режим, близкий к естественному, преобладают исторически сложившиеся экотонные системы «вода – суша», характерные для всех незарегулируемых рек;
- изменение гидрологического режима реки вследствие эксплуатации водохранилища сопровождается процессом наложения вновь возникающих экотонных систем на старые их формы. Этот тип экотонной системы испытывает наиболее сильное воздействие колебаний уровня водохранилища. Подобные экотонные системы складываются в отдельных урочищах и фациях – неделимых далее единицах ландшафта, что дает основание называть такие экотонные системы «элементарными».

Флювиальный рельеф элементарного экотона несет в себе черты предшествующих поймообразовательных процессов и некоторые новые особенности. Так, после возникновения острова по мере увеличения его площади начинают формироваться две параллельные системы прирусловых валов, вытянутых вдоль реки. В верхнем конце острова они смыкаются с первоначальным его повышением, а затем плавно понижаются к низовому концу. На таких частично затопленных прирусловых валах формируются более мелкие гряды, связанные с намывом грунта. В це-

лом рельеф островных экотонов достаточно однообразен, а в пределах береговых террас он несколько усложняется наличием подтопленных устьев оврагов и мелких степных рек.

С мезорельефом экотона тесно связаны структура почв и распределение растительных ассоциаций. Изменчивость почв прослеживается в двух направлениях: от верхних по течению реки участков экотона к нижним хорошо заметно постепенное уменьшение частиц, слагающих почвы и породы. На верхних участках преобладают грубодисперстные фракции – пески, легкие супеси и легкие суглинки, а на нижних – в основном преобладают мелкодисперстные – суглинки, тяжелые суглинки, иногда встречаются прослойки глин, лежащих на супесчаной подложке. Такие ряды сменяющих друг друга разнодисперстных фракций аллювия являются типичными для крупных островов и их взаимное расположение связано главным образом с влиянием весенних паводков. Вода, затопляя поверхность экотона, имеет наибольшую скорость в его верхней части и здесь успевают отложиться только крупные частицы – песок и супеси. С созданием водохранилища поднялся уровень грунтовых вод, что привело к заболачиванию отрицательных форм мезорельефа и ускорению процессов оглеения.

Растительность элементарных экотонов очень изменчива, поэтому здесь приходится ограничиться описанием пространственной приуроченности только наиболее распространенных ценообразующих ассоциаций. Прибрежные участки экотона, расположенные в зоне суточных колебаний уровня воды и ежегодно затапливаемой зоне, заняты сообществами, в которых доминирует рогоз (*Typha latifolia*). Местами по понижениям рельефа в этих зонах встречается осока ранняя (*Carex praecox*), череда трехраздельная (*Bidens tripartita*) и бодяк полевой (*Cirsium arvense*). Из древесных ассоциаций доминирующими здесь остаются ивняки, состоящие из ивы корзиночной (*Salix viminalis*), ивы трехтычиночной (*S. triandra*) и ветлы (*S. alba*).

В растительности зоны подтопления и частично незатапливаемой зоны наблюдаются структурные особенности, присущие пойме незарегулируемой реки. Здесь происходят сукцессии растительности в связи с изменением увлажнения. С повышением поймы за счет аллювиальных отложений в зоне подтопления ивняки постепенно выходят из-под влияния суточных колебаний уровня, и в ассоциациях начинает преобладать осокорь (*Populus nigra*), который на некоторых участках сменяется ветлой. Второй ярус, состоящий из ив корзиночной и трехтычиночной, оказывается сильно затененными и он постепенно отмирает. В возрасте 30 – 40 лет осокорь в росте обгоняет ветлу, которая также со временем отмирает. Поэтому древесный ярус начинает слагаться только из осокоря, а в кустарниковом встречаются поросль ивы корзиночной и вяза гладкого (*Ulmus laevis*). Состав травянистого яруса очень изменчив и зависит от уровня участка, степени его затененности, а в некоторых случаях от интенсивности антропогенного воздействия.

На границе зоны подтопления и незатапливаемой зоны гривы, на которых формируются осокорники, заливаются водой только при экстремально высоких паводках. В таких местообитаниях под пологом осокоря начинает встречаться вяз, клён татарский (*Acer tataricum*) и жестер (*Rhamnus cathartica*). Эти процессы при-

водят к тому, что древесный полог становится двухярусным: верхний слагается из старых осокорей, нижний – из дуба (*Quercus robur*), вяза и клёна татарского. Кустарниковый ярус состоит из жестера и шиповника (*Rosa canina*), с вкраплениями тёрна (*Prunus spinosa*). Состав травянистого яруса более стабилен: он состоит из ландыша майского (*Convallaria majalis*), ежевики (*Rubus caesius*), подмаренника настоящего (*Galium verum*) и будры плющевидной (*Glechoma hederacea*).

Большое значение экотоны имеют для жизнедеятельности позвоночных животных – амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих. Структура сообществ позвоночных сильно варьирует в экотонах разных типов. В зоне «вода – суша» самым многочисленным видом является озёрная лягушка (*Rana ridibunda*): её численность варьирует от 0.3 особ./100 м на песчаных отмелях до 42 особ./100 м на берегах старичных водоёмов. Распространение двух других видов – ужей водяного (*Natrix tessellata*) и обыкновенного (*N. natrix*) – неравномерно (Завьялов и др., 2003); участки берега, заселенные этими рептилиями, составляют 0.04% от всей протяженности экотона для первого вида и 1.5% – для второго. Амфибии, постоянно встречающиеся в зоне «элементарного» экотона или добывающие здесь пищу, представлены краснобрюхой жерлянкой (*Bombina bombina*), озёрной лягушкой (Шляхтин и др., 2009; Шляхтин, Табачишин, 2010); среди рептилий обычен обыкновенный уж. Пространственное размещение жерлянки в экотоне отличается некоторыми особенностями. Эти амфибии, как правило, не встречаются в русловой части реки и протоках с быстрым течением, а приурочены к внутренним островным озёрам, старицам или даже временным водоёмам, которые теряют связь с рекой в летний период. В экотоне такие водоёмы расположены в зонах ежегодного затопления или высокого подтопления. Озёрная лягушка более эвритопна: в число её местообитаний входят самые разнообразие фации (включая и песчаные косы), расположенные по кромке берегов в зоне суточных колебаний уровня и зоне ежегодного затопления. Во влажные теплые ночи лягушки нередко встречаются в осокорниках и дубравах, в зоне слабого подтопления, или покидают пределы экотона (Шляхтин и др., 2005 б).

Наряду с амфибиями и рептилиями в экотонных системах большое функциональное значение имеют птицы. Высокие показатели увлажненности и трофности почв береговой линии способствуют развитию богатых растительных ассоциаций болотно-лугового комплекса (Завьялов и др., 2001). В таких местообитаниях отмечено гнездование некоторых видов пастушков, наиболее многочисленны из них погоньши (*Porzana porzana*) – 0.4 пары/га. На аналогичных участках береговой линии поселяются белая (*Motacilla alba*) и жёлтая (*M. flava*) трясогузки. Растительные ассоциации, состоящие из тростника, рогоза и камыша, привлекают на гнездование болотную (*Acrocephalus palustris*) и тростниковую (*A. scirpaceus*) камышевок (22.3 и 13.1 пары/га соответственно), камышевку-барсучку (*A. schoenobaenus* – 8.9 пары/га), варакушку (*Luscinia svecica* – 3.6 пары/га), тростниковую овсянку (*Emberiza schoeniclus* – 1.6 пары/га) и других околводных воробьиных птиц (Пискунов, 1998; Пискунов, Беляченко, 2001). Жизненная ёмкость изучаемых местообитаний обуславливает возможность дальнейшего повышения здесь плотности населения птиц в период начала и течения сезонных миграций.

Незначительная весенняя затопляемость надводной поймы определяет возможность гнездования кряквы (*Anas platyrhynchos*) (2 – 5 пар/км береговой линии). Древесная растительность береговой линии служит местом образования колоний серой цапли (*Ardea cinerea*). Каждая такая колония состоит из 20 – 60 гнезд, расположенных, главным образом, на тополях. В количественном отношении численность данного вида относительно высока и не подвержена значительным колебаниям. Ежегодное подтопление кустарникового яруса и зарослей ивовой ассоциации создает условия, наиболее благоприятные для гнездования малой выпи и камышницы (Шляхтин и др., 1994; Завьялов и др., 2008).

В зоне слабого подтопления элементарного экотона, в зарослях ивы со слабо развитой травянистой растительностью гнездятся обыкновенный ремез (*Remiz pendulinus*), сорока (*Pica pica*), пеночка-теньковка (*Phylloscopus collybita*) и славказавирушка (*Sylvia curruca*). Луговая группа птиц связана с собственно заливными и суходольными лугами, которые занимают значительные площади в зоне слабого подтопления. Из птиц этой группы фоновыми видами являются трясогузки – белая, жёлтая и желтолобая (*Motacilla lutea*) (соответственно 26.3, 15.6 и 5.4 пары/га), коростель (*Crex crex*) (13.0 пары/га), а также обыкновенный ремез, тростниковая овсянка и луговой чекан (*Saxicola rubetra*) (Завьялов, Табачишин, 2002; Завьялов и др., 2009).

Плотность населения птиц экотонных систем «вода – суша» в значительной степени изменяется по сезонам. Такие изменения в составе орнитокомплексов обусловлены естественными процессами, приводящими к последовательным сменам кормности угодий, изменению их защитных свойств и пр. Генезис и направленность этих процессов определяют перераспределение птиц на исследуемой территории, изменение статуса отдельных видов, появление птиц, ранее не свойственных данным орнитокомплексам (Завьялов, Бескаравайный, 1997; Завьялов и др., 2004). Разнообразное течение выявленных изменений в пределах пойменных местообитаний обеспечивает асинхронный характер динамики численности локальных группировок вида, а также возможность вселения особей из биотопов с неблагоприятными условиями (Завьялов, 1997). Своеобразие растительных ассоциаций и разнокачественность условий существования выделенных систем определяют большое видовое разнообразие и обилие птиц различных таксономических и экологических групп (Завьялов, Бескаравайный, 1997).

Видовой состав млекопитающих, связанных с островными экотонными экосистемами, сравнительно разнообразен: за период наблюдений здесь зарегистрировано 19 видов. Выявлена тесная пространственная связь определенных групп млекопитающих с урочищами и зонами влияния водохранилища в пределах элементарного экотона. В зоне суточного колебания уровня постоянно обитают амфибионтные млекопитающие: ондатра (*Ondatra zibethicus*), речной бобр (*Castor fiber*), американская норка (*Neovison vison*). Следует отметить, что за последние десятилетия произошло увеличение численности бобра, на отдельных островах в экотонной зоне стала встречаться водяная полёвка (*Arvicola amphibius*). В зонах ежегодного затопления и подтопления самыми многочисленными млекопитающими являются мышевидные грызуны. Во всех местообитаниях доминирует малая

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ВОДНО-НАЗЕМНЫХ ЭКОТОНОВ

лесная мышь (*Sylvaemus uralensis*), в ивняках и осокорниках встречаются восточно-европейская (*Microtus rossiaemeridionalis*), рыжая полёвки (*Myodes glareolus*), полёвка-экономка (*Microtus oeconomus*). В зоне слабого подтопления обитают насекомоядные: обыкновенная бурозубка (*Sorex araneus*), малая белозубка (*Crocidura suaveolens*), белогрудый еж (*Erinaceus concolor*). Хищники, к которым относятся обыкновенная лисица (*Vulpes vulpes*) и лесная куница (*Martes martes*), регулярно встречаются в экотоне во время охоты и поиска укрытий. Используют экотон как кормовое угодье кабаны (*Sus scrofa*).

Динамические процессы в териокомплексе экотона проявляются в многолетнем и сезонном аспектах. Сезонная динамика пространственной структуры сообществ мышевидных грызунов экотона связана с ходом паводка каждого отдельного года. Была обнаружена сезонная изменчивость ширины ниши малой лесной мыши, связанная с весенне-летним расселением особей на освобождающуюся после спада воды территорию экотона (таблица).

Сезонная изменчивость относительной численности малой лесной мыши (%) в урочищах и ширины ее пространственной ниши (%) в годы с низким, средним и высоким паводком

Урочища	Высота паводка					
	Низкая		Средняя		Высокая	
	Весна	Лето	Весна	Лето	Весна	Лето
Дубрава вязово-кленовая	12.4±0.7	32.1±0.3	2.8±0.4	25.1±0.6	15.6±0.5	48.1±0.9
Дубрава осокорево-вязовая	9.8±0.9	30.3±0.3	3.4±0.2	27.3±0.5	12.8±0.7	45.1±0.8
Осокорник вязово-кленовый	15.2±1.1	27.8±0.5	3.1±0.3	23.8±0.6	8.5±0.5	27.8±0.7
Осокорник ежевично-злаковый	3.5±0.8	23.5±0.4	–	19.4±0.5	–	26.8±0.6
Ивняк	–	10.3±0.3	–	8.6±0.7	–	8.1±0.7
Суходольный луг	0.5±0.2	7.4±0.2	0.8±0.4	7.4±0.6	–	10.1±0.8
Заливной луг	–	2.0±0.3	–	–	–	–
Ширина ниши	75.3	91.0	61.4	89.4	57.1	82.8

*Примечание.* Темно-серым цветом обозначена зона суточных колебаний уровня водохранилища, которая во время паводка полностью затапливается; серым – зона сильного подтопления (75% площади урочища); светло-серым – зона слабого подтопления (50% площади урочища).

Во время половодья перезимовавшие грызуны концентрируются на возвышенных участках грив, занятых дубравами и зрелыми осокорниками, которые расположены в незатапливаемой зоне. При высоких паводках вода держится в пойме 3 – 4 недели, до конца мая, и грызуны начинают интенсивно размножаться еще до спада воды. Поскольку площадь незатапливаемых дубрав и осокорников относительно небольшая, происходит резкое увеличение плотности зверьков, которая сохраняется высокой все лето. По мере спада воды животные мигрируют из дубрав в окружающие их молодые осокорники, ивняки и заливные луга, где к середине лета их численность также увеличивается. Однако в годы высоких половодий неравномерность расселения мышей приводит к снижению выравненности обилий грызунов в урочищах и, как следствие, к уменьшению ширины пространственной ниши. В годы средних и низких по высоте паводков вода не задерживается в пой-

ме дольше двух недель, расселение грызунов в зоны слабого и сильного подтопленных происходит быстрее и в более ранние сроки, пока массовое размножение животных еще не наступило. В результате повышается выравненность обилий грызунов в урочищах и ширина ниши оказывается наибольшей. Тенденция к сезонной пульсации реализованной ниши прослеживается и у рыжей полёвки и полёвки-экономки. Однако к условиям постоянных подтопленных местообитаний малая лесная мышь адаптирована лучше других видов.

Главная причина многолетнего изменения видового состава млекопитающих заключается в периодически повторяющихся высоких паводках, которые целиком затопливают экотонную зону на срок от двух до четырех недель (Беляченко, 1989). В первое пятнадцатилетие после образования водохранилища мелкие грызуны экотона были представлены малой лесной мышью, восточно-европейской и рыжей полёвками, полёвкой-экономкой, а на границе с незатапливаемой зоной встречались домовая (*Mus musculus*) и полевая (*Apodemus agrarius*) мыши, мышь-малютка (*Micromys minutus*). К середине 1970-х гг. относительное обилие восточно-европейской полёвки постепенно уменьшилось, а доля малой лесной мыши увеличилась. Необычно высокие паводки 1979, 1983, 1988, 1996 гг. повлекли необратимое изменение в составе сообщества мышевидных грызунов. В зонах экотона почти совершенно исчезла восточно-европейская полёвка, перестали встречаться и редкие виды: полевая мышь, мышь-малютка.

Таким образом, экотоны верхней зоны Волгоградского водохранилища в настоящее время представляют собой высоко динамичные экосистемы, функционирование которых во многом определяется сезонными и многолетними колебаниями уровня воды, а также эксплуатацией гидроэлектростанций. На этот уже типично антропогенный фон накладываются экстремальные явления погодноклиматических факторов, которые могут усиливать или ослаблять свое воздействие на процессы в экотонах. В условиях волжского бассейна экотоны, хотя и являются неустойчивыми экосистемами, в экстремальных ситуациях могут выступать в качестве своеобразных рефугиумов биологического разнообразия водных и наземных пойменных экосистем.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Беляченко А. В. Влияние Волгоградского водохранилища на состав и размещение островных териокомплексов наземных млекопитающих // Экологические проблемы Волги : тез. докл. регион. конф. : в 2 ч. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1989. Ч. II. С. 156 – 157.
- Завьялов Е. В. Динамика численности и местообитаний птиц экотона вода – суша // Экотоны в биосфере / Ин-т водных проблем РАН. М., 1997. С. 214 – 233.
- Завьялов Е. В., Бескаравайный П. М. Орнитокомплексы экотона «вода / суша» р. Хопёр // Фауна и экология животных. Пенза : Изд-во Пенз. гос. пед. ун-та, 1997. Вып. 2. С. 29 – 40.
- Завьялов Е. В., Табачишин В. Г. Распространение форм обыкновенного ремеза (*Remiz pendulinus*) в Нижнем Поволжье // Вестн. зоологии. 2002. Т. 36, № 4. С. 35 – 40.
- Завьялов Е. В., Табачишин В. Г., Шляхтин Г. В., Якушев Н. Н., Кочетова И. Б. Журавлиные и пастушковые птицы Саратовской области // Беркут. 2001. Т. 10, вып. 1. С. 67 – 83.
- Завьялов Е. В., Табачишин В. Г., Шляхтин Г. В. Современное распространение рептилий (Reptilia : Testudines, Squamata, Serpentes) на севере Нижнего Поволжья // Совр. герпетология. 2003. Т. 2. С. 52 – 67.

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ВОДНО-НАЗЕМНЫХ ЭКОТОНОВ

Завьялов Е. В., Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Якушев Н. Н., Березуцкий М. А., Мосолова Е. Ю. Генезис природных условий и основные направления современной динамики ареалов животных на севере Нижнего Поволжья. Сообщение VIII. Динамика распространения птиц под воздействием антропогенных факторов // Поволж. экол. журн. 2004. № 2. С. 144 – 172.

Завьялов Е. В., Табачишин В. Г., Якушев Н. Н., Мосолова Е. Ю. Распространение, численность, биология и экология гагарообразных, поганкообразных, пеликанообразных, аистообразных и фламингообразных птиц Саратовской области // Волжско-Камский орнитол. вестн. 2008. Вып. 1. С. 17 – 37.

Завьялов Е. В., Табачишин В. Г., Якушев Н. Н., Мосолова Е. Ю. Распространение, численность, биология и экология птиц семейства Овсянковых Саратовской области // Волжско-Камский орнитол. вестн. 2009. Вып. 3. С. 38 – 50.

Карасева Е. В., Телицына А. Ю. Методы изучения грызунов в полевых условиях : учеты численности и мечение. М. : Наука, 1996. 228 с.

Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М. : Мир. 1992. 166 с.

Пискунов В. В. Изменение орнитофауны поймы р. Волги в результате создания Волгоградского водохранилища // Естественно-историческое краеведение : прошлое и настоящее. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1998. С. 123 – 125.

Пискунов В. В., Беляченко А. В. Структура и динамика сообществ птиц в пойменно-островных экосистемах Волгоградского водохранилища // Изв. Сарат. ун-та. Сер. биол. 2001. Вып. спец. С. 27 – 39.

Равкин Е. С., Челищев Н. Г. Методические рекомендации по комплексному маршрутному учету птиц / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т охраны природы и заповедного дела. М., 1990. 36 с.

Шляхтин Г. В., Голикова В. Л. Методика полевых исследований экологии амфибий и рептилий. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1986. 78 с.

Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г. Сезонная изменчивость пищевого рациона озерной лягушки – *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) на севере Нижнего Поволжья // Совр. герпетология. 2010. Т. 10, вып. 1/2. С. 47 – 53.

Шляхтин Г. В., Беляченко А. В., Каширская Е. В., Завьялов Е. В. Генезис и пространственно-временная структура экотонov верхней зоны Волгоградского водохранилища // Биология, экология, биотехнология и почвоведение. М. : Изд-во МГУ, 1994. С. 76 – 91.

Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Завьялов Е. В., Табачишина И. Е. Животный мир Саратовской области : в 4 кн. Кн. 4. Амфибии и рептилии : учеб. пособие. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2005 а. 116 с.

Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Завьялов Е. В. Реализация трофического потенциала озерной лягушкой (*Rana ridibunda* Pallas, 1771) на севере Нижнего Поволжья // Совр. герпетология. 2005 б. Т. 3/4. С. 121 – 123.

Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Завьялов Е. В. Характеристика пищевого рациона краснобрюхой жерлянки – *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761) и его сезонная динамика на севере Нижнего Поволжья // Совр. герпетология. 2009. Т. 9, вып. 3/4. С. 130 – 138.

Tomialojc L. The combined version of mapping metod // Proc. VI Intern. Conf. Bird Census Work. Gottingen, 1980. P. 92 – 106.

УДК 574.632(470.44)

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОЁМОВ В РАЙОНЕ ОБЪЕКТА ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В ПОС. ГОРНЫЙ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М. Ю. Воронин<sup>1</sup>, Е. А. Танайлова<sup>2</sup>, Н. В. Полухина<sup>2</sup>,  
К. Г. Грищенко<sup>2</sup>, В. В. Козулин<sup>2</sup>, А. А. Буланова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского  
Россия, 410012, Саратов, Астраханская, 83  
E-mail: voroninmj@yandex.ru*

<sup>2</sup> *Государственный научно-исследовательский институт промышленной экологии  
Россия, 410002, Саратов, Московская, 66*

Поступила в редакцию 18.05.12 г.

**Экологическое состояние водоёмов в районе объекта по уничтожению химического оружия в пос. Горный Саратовской области.** – Воронин М. Ю., Танайлова Е. А., Полухина Н. В., Грищенко К. Г., Козулин В. В., Буланова А. А. – Проведена комплексная оценка состояния водоёмов в районе объекта по уничтожению химического оружия в пос. Горный Саратовской области. Отмечены цитопатологические нарушения и повышенная частота встречаемости микроядер в эритроцитах рыб, снижение качества воды по показателям макрозообентоса на территории санитарно-защитной зоны.

*Ключевые слова:* химическое оружие, биотестирование, макрозообентос, цитогенетический анализ, генотоксичность.

**Ecological condition of reservoirs near the chemical weapon destruction object (Gornyi town, Saratov region).** – Voronin M. Yu., Tanaylova E. A., Polukhina N. V., Grischenko K. G., Kozulin V. V., and Bulanova A. A. – A complex estimation of the status of reservoirs over the chemistry weapon destruction area near the Gornyi town (Saratov region) was performed. Cytopathological deviations and a high frequency of micronucleus in the erythrocytes of fishes are observed. Macrozoobenthos parameters in the surveyed area show a poor water quality over the sanitarian-protective area.

*Key words:* chemical weapon, biotesting, macrozoobenthos, cytogenetic analysis, genotoxic.

### ВВЕДЕНИЕ

Мониторинг химического загрязнения окружающей среды, в том числе и последствий уничтожения химического оружия, предъявляет определенные методические требования к объекту исследования. Из-за сложности путей миграции и накопления в биологических системах загрязнителей необходимо одновременно изучать различные компоненты окружающей среды, подверженной влиянию объекта по уничтожению химического оружия (Шляхтин и др., 2007; Котегов и др., 2011).

Неоднозначность реакции биоты и маскирование биологического эффекта воздействия загрязнителей заставляет использовать принципиально различные методы биомониторинга.

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОЁМОВ В РАЙОНЕ ОБЪЕКТА

Целью настоящего исследования явилась комплексная оценка состояния водоёмов в районе объекта по уничтожению химического оружия в пос. Горный Саратовской области с использованием показателей макрозообентоса и цитогенетических параметров эритроцитов рыб.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Отбор проб бентоса на р. Сакма осуществлялся 19 – 21.09.2011 г. и 17 – 20.09.2012 г. на стационарных площадках, находящихся в санитарно-защитной зоне (СЗЗ) и в зоне защитных мероприятий (ЗЗМ) объекта по уничтожению химического оружия (УХО) (рисунок). Пробы отбирались на площадках расположенных выше (площадки № 1, 3) и ниже (№ 2, 6) по течению реки относительно объекта, в прудах (площадки № 4, 5), в качестве контрольной была выбрана площадка выше по течению р. Сакма за пределами ЗЗМ (№ 7). На всех стационарных площадках отмечались мелкодисперсные илистые грунты. Отлов рыб осуществлялся на трех площадках: № 1 (СЗЗ), № 3 (ЗЗМ), № 7 (контроль).

Всего было отобрано дночерпателем ДАК-250 на глубинах 0.7 – 1 м. и обработано по общепринятым гидробиологическим методикам 14 проб макрозообентоса (Методика изучения..., 1975). Видовое определение проводили по «Определителю пресноводных беспозвоночных...» (1994 – 2004). По индексам Шеннона и Симпсона оценивали  $\alpha$ -разнообразие сообществ (География и мониторинг..., 2002). Оценка экологического состояния водоёмов проводилась по биотическому индексу Вудивисса, сапробность по индексу Пантле–Бука в модификации Сладечека (Практическая гидробиология, 2006).

Цитогенетическое воздействие воды на биоту определяли по уровню цитопатологических изменений и частоте встречаемости микроядер в эритроцитах периферической крови рыб. Для приготовления микропрепаратов кровь отбирали прижизненно из хвостовой вены 10 половозрелых особей без видимых внешних повреждений на каждой из исследованных площадок. На микропрепаратах прово-

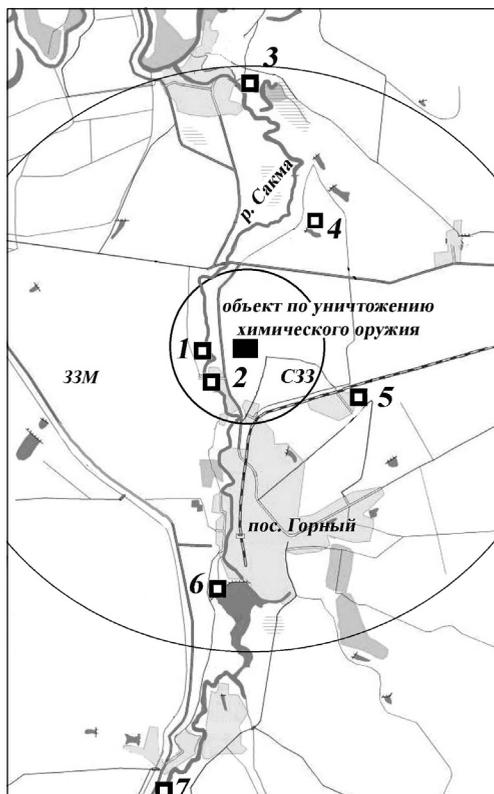


Схема расположения стационарных площадок (№ 1 – 7) в районе объекта по уничтожению химического оружия

дился учет эритроцитов с микроядрами (Ильинских и др., 1992). В связи с трудностями определения возраста рыб для исследований отбирались особи размером 15 – 18 см. На каждом препарате просматривали не менее 2000 клеток. Сравнение выборок осуществляли по  $X$ -критерию рангов Ван-дер-Вардена.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Реакция сообществ на загрязняющие вещества рассматривалась на примере макрозообентоса как важнейшего объекта биомониторинга пресноводных водоёмов. Организмы макрозообентоса обладают сравнительно большой продолжительностью жизни, следовательно, в большинстве случаев адекватно отражают средний уровень воздействия факторов среды за продолжительный период времени. Кроме того, сообщества макрозообентоса вносят заметный вклад в биотический баланс водоёмов, поэтому изучение этой группировки целесообразно для определения состояния экосистемы в целом (Баканов, 1999).

За период исследования в составе макрозообентоса обнаружено 46 видов гидробионтов: олигохет – 2, пиявок – 2, десятиногих раков – 1, амфипод – 1, клещей – 1, стрекоз – 8, подёнок – 1, вислокрылок – 1, клопов – 1, хирономид – 18, мокрецов – 1, ручейников – 3, жуков – 1, брюхоногих моллюсков – 3, двусторчатых моллюсков – 2. Большая часть обнаруженных гидробионтов эврибионтные, широко распространенные в европейской части России виды, устойчивые к высокому уровню органического и химического загрязнения (Волга и ее жизнь, 1978).

Биомасса и численность макрозообентоса на исследованных стационарных площадках значительно варьировала от 0.15 до 280.07 г/м<sup>2</sup> и от 80 до 2520 экз./м<sup>2</sup> соответственно. Слабо развит макрозообентос в прудах в районе исследования (площадки № 4, 5), здесь же наблюдается наименьшее видовое разнообразие. Существенных отличий видового богатства и разнообразия макрозообентоса на р. Сакма в СЗЗ, ЗЗМ объекта и контроле не отмечено (табл. 1).

Таблица 1

Численность ( $N$ , экз./м<sup>2</sup>), биомасса ( $B$ , г/м<sup>2</sup>) макрозообентоса и индексы видового разнообразия

№ стационарной площадки	$N$	$B$	Индексы видового разнообразия					
			$D$	$H$	$E$	$M$	$V$	$S$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	160	100.35	0.38	1.50	0.95	3	–	1.75
	320	3.68	0.31	2.00	0.86	5	4	2.00
2	400	105.50	0.18	2.65	0.94	7	3	1.91
	520	12.94	0.14	3.03	0.96	9	5	2.20
3	1480	4.97	0.16	2.93	0.88	10	6	2.51
	520	181.16	0.12	3.18	0.96	10	5	2.3
4	520	1.36	0.74	0.62	0.62	2	1	2.00
	80	0.15	1.00	0.00	–	1	–	–
5	280	2.33	0.31	1.84	0.92	4	2	2.50
	1000	6.08	0.38	1.76	0.68	6	5	3.28

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОЁМОВ В РАЙОНЕ ОБЪЕКТА

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	<u>840</u>	<u>5.32</u>	<u>0.20</u>	<u>2.41</u>	<u>0.93</u>	<u>6</u>	<u>6</u>	<u>2.66</u>
	2520	5.62	0.20	2.63	0.76	11	5	2.30
7	<u>480</u>	<u>146.74</u>	<u>0.17</u>	<u>2.79</u>	<u>0.93</u>	<u>8</u>	<u>6</u>	<u>2.10</u>
	1280	280.07	0.19	2.74	0.82	10	6	2.35

Примечание. Индексы видового разнообразия: *D* – Симпсона, *H* – Шеннона, *E* – Пие-лу, *M* – общее количество видов, *V* – Вудивисса и *S* – сапробности, рассчитанные по данным 2011 г. (в числителе) и 2012 г. (в знаменателе).

Значения индексов сапробности для стационарных площадок лежат в пределах 1.75 – 3.28, что характеризует условия в водоёмах района исследования как β-мезосапробные – α-мезосапробные (умеренно загрязненные – загрязненные воды, 3-й и 4-й класс качества). Худшие условия наблюдаются в прудах района исследования (см. табл. 1). Значения индексов сапробности, вычисленные для стационарных площадок р. Сакма, характеризуют условия как β-мезосапробные (умеренно загрязненные воды).

Оценка генотоксического действия окружающей среды на отдельные организмы проводилась на основе анализа цитогенетических нарушений. Объектом изучения являлся типичный для водоёмов на территории объекта УХО вид – карась серебряный (*Carassius gibelio* (Bloch)). У отловленных особей анализировалась частота возникновения микроядер в эритроцитах периферической крови. Повышение уровня аберрантных клеток является показателем цитогенетического гомеостаза популяций (Захаров и др., 2000; Лебедева и др., 2004). Система кроветворения является одним из наиболее чувствительных и надежных индикаторов состояния организма и условий его существования, соответственно патологические изменения физиологического состояния в первую очередь отражаются на гематологических показателях (Симаков, 1998; Кузина, 2010; Sánchez et al., 1998). Микроядерный тест широко применяется для обнаружения хромосомных нарушений и позволяет одновременно оценить несколько параметров (микроядра и другие кариологические показатели).

В результате анализа мазков крови рыб в эритроцитах зарегистрировано наличие микроядер. На контрольной точке данный показатель составлял в 2011 г.  $0.58 \pm 0.34\%$ , в 2012 г. –  $0.87 \pm 0.47\%$ . Исследование периферической крови рыб, выловленных с площадки № 3, не позволило выявить существенных отличий по сравнению с контрольной точкой. Однако при проведении анализа крови рыб, выловленных с площадки № 1, было отмечено увеличение количества микроядер как в 2011, так и в 2012 г. ( $1.5 \pm 1.19$  и  $2.13 \pm 1.02$  соответственно) (табл. 2). Повышение уровня

Таблица 2

Частота встречаемости микроядер в эритроцитах крови *Carassius gibelio*

№ стационарной площадки	2011 г.	2012 г.
1	$1.5 \pm 1.19^*$	$2.13 \pm 1.02^*$
3	$0.35 \pm 0.28$	$0.25 \pm 0.28$
7 (контроль)	$0.58 \pm 0.34$	$0.87 \pm 0.47$

\* Различия по частоте встречаемости достоверны по сравнению с контролем.

микроядер указывает на нарушение цитогенетического гомеостаза, а также является проявлением реализации компенсаторно-адаптивных процессов в условиях неблагоприятной токсикологической обстановки.

Были выявлены также другие деструктивные нарушения ядра (протрузии, насечки, пойкилоцитоз, хроматинолиз, дву- и полиядерные клетки). Полученные результаты свидетельствуют о присутствии дегенеративных процессов в организме рыб в водоёме, расположенном в пределах СЗЗ объекта по уничтожению химического оружия. Причиной наблюдаемых нарушений структуры ядра эритроцитов периферической крови рыб может являться как загрязнители, имеющие отношение к объекту УХО, так и прочие вещества, связанные с близостью к исследуемому водоёму населенного пункта.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Значения индексов сапробности, вычисленные на основании анализа макрозообентоса, характеризуют воды поверхностных водоёмов СЗЗ и ЗЗМ объекта по уничтожению химического оружия в пос. Горный как  $\beta$ -мезосапробные –  $\alpha$ -мезосапробные. Отмечена повышенная частота встречаемости микроядер в эритроцитах рыб, выловленных в СЗЗ объекта УХО. Однозначно связывать полученные результаты с влиянием объекта по уничтожению химического оружия на данный момент времени не представляется возможным.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баканов А. И.* Использование комбинированных индексов для мониторинга пресноводных водоёмов по зообентосу // Водные ресурсы. 1999. Т. 26, № 1. С. 108 – 111.
- Волга и ее жизнь. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1978. 352 с.
- География и мониторинг биоразнообразия. М. : НУМЦ, 2002. 432 с.
- Захаров В. Н., Баранов А. С., Борисов В. И., Валецкий А. В., Кряжева Н. Г., Чистякова Е. К., Чубиншвили А. Т.* Здоровье среды : методика оценки / Центр экологической политики России. М., 2000. 68 с.
- Ильинских Н. Н., Новицкий В. В., Ванчугова Н. Н., Ильинских И. Н.* Микроядерный анализ и цитогенетическая нестабильность. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1992. 272 с.
- Котегов Б. Г., Капитонова О. А., Холмогорова Н. В., Адаховский Д. А., Константинова А. С.* Оценка состояния природных экосистем методами биоиндикации в окрестностях завода по уничтожению химического оружия // Поволж. экол. журн. 2011. № 4. С. 442 – 454.
- Кузина Т. В.* Образование микроядер в эритроцитах промысловых рыб Волго-Каспийского канала // Естественные науки. 2010. № 4 (33). С. 124 – 129.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М. : Наука, 1975. 240 с.
- Лебедева Л. И., Федорова С. А., Трунова С. А., Омелянчук Л. В.* Митоз. Регуляция и организация деления клеточного ядра // Генетика. 2004. Т. 40, № 12. С. 1589 – 1608.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб. : Наука. С.-Петербург. отд-ние, 1994. Т. 1. 396 с.; 1995. Т. 2. 628 с.; 1997. Т. 3. 444 с.; 1999. Т. 4. 1000 с.; 2001. Т. 5. 840 с.; 2004. Т. 6. 528 с.
- Практическая гидробиология / под ред. В. Д. Федорова, В. И. Капкова. М. : Изд-во «ПИМ», 2006. 367 с.
- Симаков Ю. Г.* Учет частоты образования микроядер в эритроцитах рыб // Методические указания по установлению эколого-рыбохозяйственных нормативов (ПДК и ОБУВ)

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОЁМОВ В РАЙОНЕ ОБЪЕКТА

для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. М. : ВНИРО, 1998. С. 100.

*Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В., Первозникова Т. В.* Опыт эксплуатации системы биологического мониторинга на объекте по уничтожению химического оружия в Саратовской области // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2007. № 1. С. 250 – 254.

*Sánchez S., Linde A. R., Izquierdo J. I., Garcia-Vázquez E.* Micronuclei and fluctuating asymmetry in brown trout (*Salmo trutta*) complementary methods to biomonitor freshwater ecosystems // Mutat. Res. 1998. Vol. 412. P. 219 – 225.

УДК 581.526.325(470.43)

## МАССОВОЕ РАЗВИТИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ НА ВОДОХРАНИЛИЩАХ р. ВОЛГИ В УСЛОВИЯХ МАЛОВОДЬЯ

**А. В. Селезнёва, В. А. Селезнёв, К. В. Беспалова**

*Институт экологии Волжского бассейна РАН  
Россия, 445003, Тольятти, Комзина, 10  
E-mail: seleznev@mail.ru*

Поступила в редакцию 18.05.12 г.

**Массовое развитие водорослей на водохранилищах р. Волги в условиях маловодья.** – Селезнёва А. В., Селезнёв В. А., Беспалова К. В. – Представлены результаты мониторинга качества вод р. Волги (Саратовское водохранилище) при аномальных погодных условиях в 2010 г. Установлено, что повышение температуры и снижение расходов воды способствуют увеличению продуктивности водорослей и ухудшению качества воды. В условиях глобального потепления климата проблема антропогенного эвтрофирования водохранилищ будет только усиливаться.

*Ключевые слова:* антропогенное эвтрофирование, водохранилище, маловодные годы.

**Mass seaweed development in the Volga reservoirs when shortage of water.** – Selezneva A. V., Seleznev V. A., and Bespalova K. V. – The results of our monitoring of water quality in the Volga River (the Saratov reservoir) under the 2010 abnormal weather conditions are presented. Temperature increasing and decreased water expenses have been found to promote an enhanced efficiency of algae and water deterioration. The anthropogenic reservoir eutrophication problem will be aggravated in the conditions of global climate warming.

*Key words:* anthropogenic eutrophication, reservoir, shallow-water years.

### ВВЕДЕНИЕ

Совместный анализ абиотических и биотических компонент водных экосистем, убеждает нас в том, что массовое развитие сине-зелёных водорослей усиливается в маловодные годы. За период наблюдений с 1968 по 1984 г. на Саратовском и Волгоградском водохранилищах наибольшая биомасса сине-зелёных водорослей ( $2.61$  и  $1.54$  г/м<sup>3</sup>) наблюдалась в августе экстремально маловодного 1975 г. (Герасимова, 1996). Связь между «цветением» воды и водностью отмечалась на Волге и до создания каскада водохранилищ. По свидетельству заведующего Волжской биостанцией В. П. Зыкова, 1901 г. оказался крайне маловодным: «К концу июля часть Волги против г. Саратова превратилась в замкнутый бассейн, где в огромном количестве развивались сине-зелёные водоросли. Огромным их количество было и в коренной Волге» (Паутова, Номоконова, 2001, с. 12).

Благодаря аномальным погодным условиям, сложившимся в Волжском бассейне летом 2010 г., представилась возможность количественно оценить влияние маловодья на увеличение первичной продукции и ухудшение качества воды. 2010 г. по данным Всемирной метеорологической организации стал одним из самых жарких за всю историю метеонаблюдений. За последние 120 лет в бассейне Средней и Нижней Волги не было зафиксировано ни одного случая столь долгого существо-

вания антициклона. Вследствие аномальных погодных условий в летний период температура воздуха была существенно выше, а осадки ниже нормы, что привело к увеличению температуры воды и маловодью на Куйбышевском, Саратовском, Волгоградском водохранилищах.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследований было выбрано Саратовское водохранилище. Стационарный пункт наблюдений расположен в 2.5 км ниже по течению от плотины Жигулевской ГЭС. Наблюдения, полученные в 2010 г. (маловодный год), сравнивались с данными смежного 2009 г. (год средней водности с годовым объемом стока 236.5 км<sup>3</sup>).

Среднегодовой расход волжской воды в 2010 г. по сравнению с 2009 г. уменьшился с 7500 до 6200 м<sup>3</sup>/с. Объем водного стока составил 196 км<sup>3</sup> и его следует отнести к маловодному году. Различают слабое, среднее и экстремальное маловодье. «Слабое маловодье» характеризуется небольшими отклонениями стока от его средней многолетней величины (обеспеченность от 50 до 75%). «Среднее маловодье» имеет обеспеченность по стоку от 75 до 90%. Годы обеспеченностью свыше 90%, наиболее лимитирующие водное хозяйство, – «экстремально маловодные» (Зайцева, 1990). Если рассматривать период с 1898 г. и оценивать по среднегодовому стоку, то 2010 г. является годом среднего маловодья, а экстремально маловодными являются 1937 (150 км<sup>3</sup>), 1938 (162 км<sup>3</sup>), 1921 (163 км<sup>3</sup>) годы (Зайцева, 1990). После создания водохранилищ на Средней и Нижней Волге (1958 г.) к экстремально маловодным годам следует отнести 1996 г. с расходом 4950 м<sup>3</sup>/с (156.1 км<sup>3</sup>), 1975 г. с расходом 5270 м<sup>3</sup>/с (165.9 км<sup>3</sup>), 1973 г. с расходом 5290 м<sup>3</sup>/с (166.8 км<sup>3</sup>) (рис. 1).

Совсем иная картина складывается, если будем анализировать водность с учетом сезонного распределения и оценивать межгодовую изменчивость средних месячных расходов воды (рис. 2). При таком подходе август 2010 г. на Саратовском водохранилище является экстремально маловодным. По сравнению с августом 2009 г. расход воды катастрофически сократился в 3 раза (с 6300 до 2100 м<sup>3</sup>/с) (табл. 1). Столь маленького среднемесячного расхода воды в августе не наблюдалось даже в экстремальные маловодные годы. В августе 1996 г. расход воды составил 4900 м<sup>3</sup>/с, в 1975 г. – 3900 м<sup>3</sup>/с и в 1973 г. – 3700 м<sup>3</sup>/с.

Анализ данных, приведённых в табл. 1, убеждает нас в том, что крайне низкие расходы воды в августе 2010 г. были вызваны не только аномальными погодными условиями, но и неправильным сезонным регулированием водного стока. Расходы воды составляли: в мае – 17.9 тыс. м<sup>3</sup>/с, июне – 7.3 тыс. м<sup>3</sup>/с, июле – 5.3 тыс. м<sup>3</sup>/с. Совершенно очевидно, что в маловодные годы расходы воды в эти месяцы должны быть существенно меньше. Вероятно, подобное регулирование вызвано неправильным прогнозом водного стока.

Летом 2010 г. на водохранилищах Средней и Нижней Волги установилась безветренная погода и наблюдалась необычно высокая температура воды в поверхностном слое. На участке Саратовского водохранилища с принудительным перемешиванием в районе Жигулевской плотины температура воды в 2010 г. су-

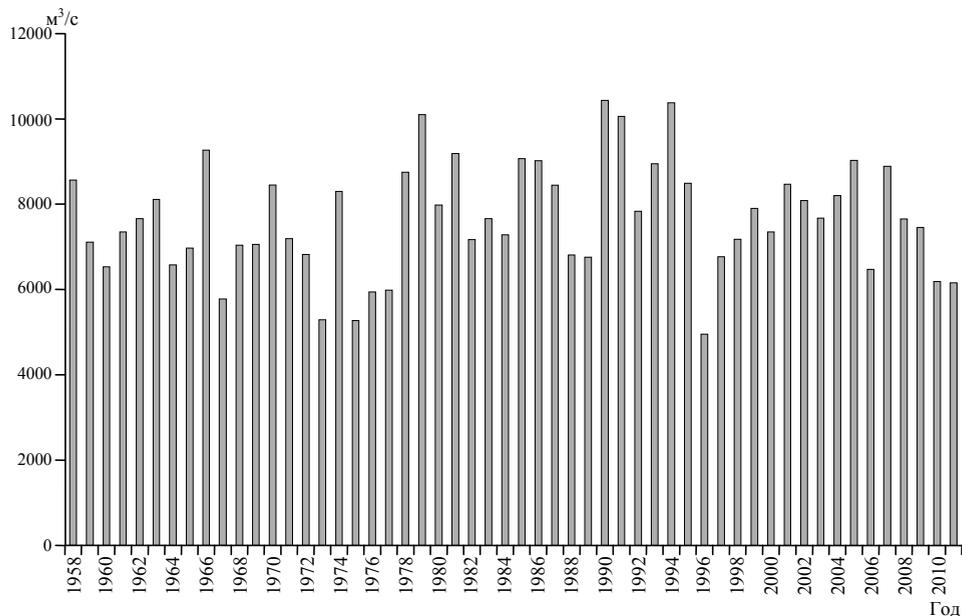


Рис. 1. Среднегодовые расходы воды Жигулёвской ГЭС за 1958 – 2011 гг.

щественно отличалась от температуры в 2009 г. (табл. 2). В летний период 2010 г. она была выше на 1.1 – 3.5°C по сравнению с летом 2009 г. Максимальная температура наблюдалась в июле 2010 г. в период массового развития сине-зелёных во-

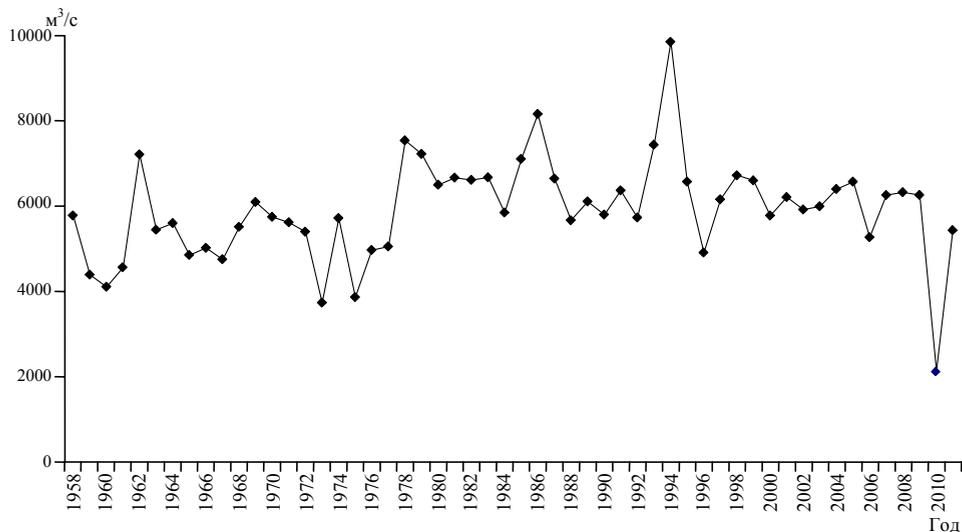


Рис. 2. Изменение расходов воды в августе за период 1958 – 2011 гг.

## МАССОВОЕ РАЗВИТИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ

дорослей и составила 23.5°C. Столь высокая температура воды для русловой части Саратовского водохранилища в районе Жигулевской плотины явление крайне необычное.

**Таблица 1**

Расходы волжской воды в створе Жигулевской ГЭС, тыс. м<sup>3</sup>/с

Год	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Экстремально маловодные годы												
1996	5.0	4.4	3.7	5.4	12.1	4.7	5.5	4.9	5.5	4.7	3.6	5.0
1975	5.7	5.7	5.2	6.5	11.0	4.8	4.6	3.9	3.7	4.1	3.9	4.2
1973	4.3	3.4	4.7	8.1	16.4	3.6	3.6	3.7	3.6	4.0	3.1	5.1
Год средней водности												
2009	7.4	6.9	5.5	12.2	16.3	6.7	6.0	6.3	5.6	5.5	5.1	5.8
Аномальный год (2010 г.) по погодным условиям												
2010	5.8	5.7	5.1	7.9	17.9	7.3	5.3	2.1	4.4	4.2	4.1	4.5

Наблюдения за качеством воды в период 2009 – 2010 гг. проводились лабораторией мониторинга водных объектов ИЭВБ РАН на стационарном пункте, расположенном на Саратовском водохранилище в районе Жигулевской плотины. Отбор проб воды осуществлялся 1 раз в месяц по следующим показателям: биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>), растворенный кислород (O<sub>2</sub>), нитраты (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) и фосфаты (PO<sub>4</sub><sup>-</sup>). Для учета биомассы фитопланктона определялись хлорофиллы «а», «b», «с», так как стандартный метод с использованием микроскопа довольно трудоёмкий. Хлорофиллы предназначались для оценки биомассы водорослей различных таксономических групп. Хлорофилл «а» содержится во всех группах водорослей. Хлорофилл «b» указывает на развитие зелёных и сине-зелёных водорослей, а хлорофилл «с» встречается у диатомовых водорослей (Абакумов, 1992).

**Таблица 2**

Температура волжской воды, °С

Год	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2009	0.1	0.1	0.2	1.5	8.5	17.4	21.0	20.1	18.0	7.0	4.1	0.2
2010	0.1	0.1	0.2	1.2	10.2	20.4	23.5	21.2	18.4	8.4	4.2	0.2

Учитывая временную изменчивость абиотических и биотических процессов, обусловленную суточным и недельным режимом работы Жигулевской ГЭС, пробы воды отбирались только в будние дни, в интервале 10 – 11 часов и доставлялись автотранспортом в лабораторию института. Анализ проб воды осуществлялся в соответствии с действующими нормативными документами.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты наблюдений показывают, что в 2010 г. были созданы наиболее благоприятные условия для массового развития сине-зелёных водорослей за счет

повышения температуры воды и снижении динамики водных масс. В результате биомасса фитопланктона, в основном за счет сине-зелёных водорослей, увеличилась в несколько раз по сравнению с 2009 г. (табл. 3).

Таблица 3

Содержание хлорофиллов в волжской воде, мг/м<sup>3</sup>

Год	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Хлорофилл «а»												
2009	н/о	н/о	н/о	1.04	0.76	2.67	1.02	1.68	0.69	0.75	0.30	0.44
2010	н/о	н/о	н/о	н/о	2.31	4.85	8.56	6.62	3.24	1.60	1.22	0.85
Хлорофилл «б»												
2009	н/о	н/о	н/о	0.05	0.38	0.59	0.56	0.84	0.18	0.96	0.73	н/о
2010	н/о	н/о	н/о	н/о	0.04	н/о	н/о	н/о	0.15	0.60	0.68	0.74
Хлорофилл «с»												
2009	н/о	н/о	н/о	0.21	0.64	1.00	1.10	1.54	0.44	2.30	1.11	0.02
2010	н/о	н/о	н/о	н/о	0.82	1.09	1.04	1.43	1.03	1.27	1.26	1.25

Примечание. н/о – не обнаружено данным методом.

Содержание хлорофилла «а» в воде существенно увеличилось в 2010 г. (рис. 3). Концентрация хлорофилла «а» выросла: в июне с 2.67 до 4.85 мг/м<sup>3</sup>, в июле – с 1.02 до 8.56 мг/м<sup>3</sup>, в августе – с 1.68 до 6.62 мг/м<sup>3</sup>. Таким образом, из-за аномальных погодных условий в 2010 г. массовое развитие сине-зелёных водорос-

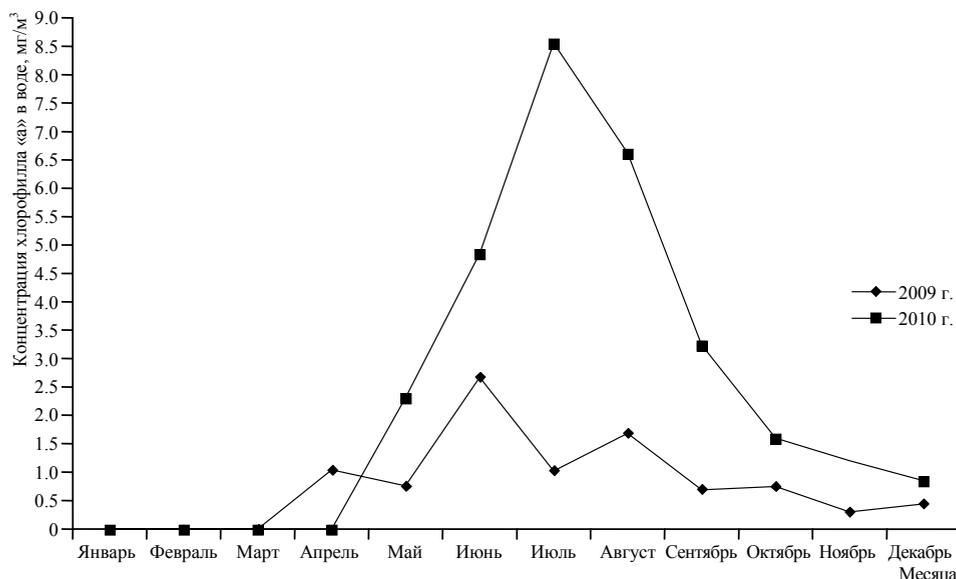


Рис. 3. Сезонные изменения хлорофилла «а» в 2009 г. и 2010 г.

## МАССОВОЕ РАЗВИТИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ

лей увеличилась примерно в 2 – 8 раз. При этом изменилось соотношение таксономических групп водорослей.

Важно отметить, что концентрация хлорофилла «b» в июне, июле и августе практически равнялась нулю при массовом развитии сине-зелёных водорослей. Полученный результат не согласуется с рекомендациями в «Руководстве по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем (Абакумов, 1992), где утверждается, что хлорофилл «b» указывает на развитие зелёных и сине-зелёных водорослей.

Процесс «цветения» воды нарушает биогеохимические циклы азота и фосфора (Моисеенко, 2011) в водохранилищах и становится определяющим фактором формирования качества воды водохранилищ Средней и Нижней Волги. В период массового развития водорослей концентрация нитратов резко снижается. Чем больше биомасса водорослей, тем меньше концентрация нитратов в воде. В самый пик «цветения» концентрация нитратов в волжской воде снизилась в 2009 г. до 0.50 мгN/л, а в 2010 г – до 0.11 мгN/л (табл. 4).

**Таблица 4**

Характеристика качества волжской воды

Месяц	2009 г.				2010 г.			
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мгN/л	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , мгP/л	O <sub>2</sub> , мг O/л	БПК <sub>5</sub> , мг O/л	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мгN/л	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , мгP/л	O <sub>2</sub> , мг O/л	БПК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /л
Январь	0.70	0.062	12.9	0.5	0.42	0.079	12.2	0.7
Февраль	0.94	0.058	11.9	0.6	0.42	0.064	10.6	0.6
Март	1.20	0.052	10.0	0.7	0.52	0.067	10.0	0.7
Апрель	1.10	0.053	9.3	0.8	0.58	0.057	9.8	0.7
Май	0.92	0.050	9.0	0.9	0.47	0.046	10.2	1.1
Июнь	0.58	0.046	8.8	1.4	0.20	0.020	8.6	1.5
Июль	0.50	0.040	8.0	1.6	0.11	0.010	6.4	2.1
Август	1.10	0.052	6.5	1.5	0.12	0.049	4.8	2.1
Сентябрь	0.12	0.017	7.5	1.1	0.30	0.092	6.6	1.7
Октябрь	0.12	0.096	9.1	0.7	0.31	0.099	10.1	0.7
Ноябрь	0.20	0.100	11.1	0.7	0.30	0.101	11.3	0.7
Декабрь	0.26	0.092	12.6	0.6	0.31	0.105	12.4	0.6

Важно отметить, что даже в аномальный по погодным условиям 2010 г. (крайне благоприятный для продуктивности фитопланктона) нитраты не становятся лимитирующим фактором развития сине-зелёных водорослей.

У фосфатов наибольшая концентрация наблюдается в зимний период. Летом концентрация резко падает и в июле наблюдается минимальное значение 0.040 мгP/л (2009 г.) и 0.010 мгP/л (2010 г.). Это объясняется большим потреблением фосфора водорослями в период их массового развития. В отсутствие «цветения» осенью и зимой концентрация фосфатов увеличивается.

В результате активного потребления водорослями нитратов и фосфатов их концентрация в воде водохранилища в летний период резко снижается. При этом содержание фосфатов становится незначительным, в то время как концентрация нитратов остается достаточно высокой. Можно предположить, что в пойменных

частях водохранилища, где численность и биомасса фитопланктона намного больше, чем в русле, концентрация фосфатов будет приближаться к аналитическому нулю.

Наиболее отчетливо связь между концентрацией фосфатов и биомассой водорослей (по хлорофиллу «а») проявилась в 2010 году (рис. 4). Сезонные изменения концентрации минерального фосфора и хлорофилла «а» находятся в противофазе. На рисунке отчетливо видно, что «бурное» развитие водорослей замедляется и прекращается после того, как концентрация минерального фосфора достигает аналитического нуля. Следовательно, содержание фосфатов в воде водохранилища является сдерживающим фактором развития сине-зелёных водорослей в летний период.

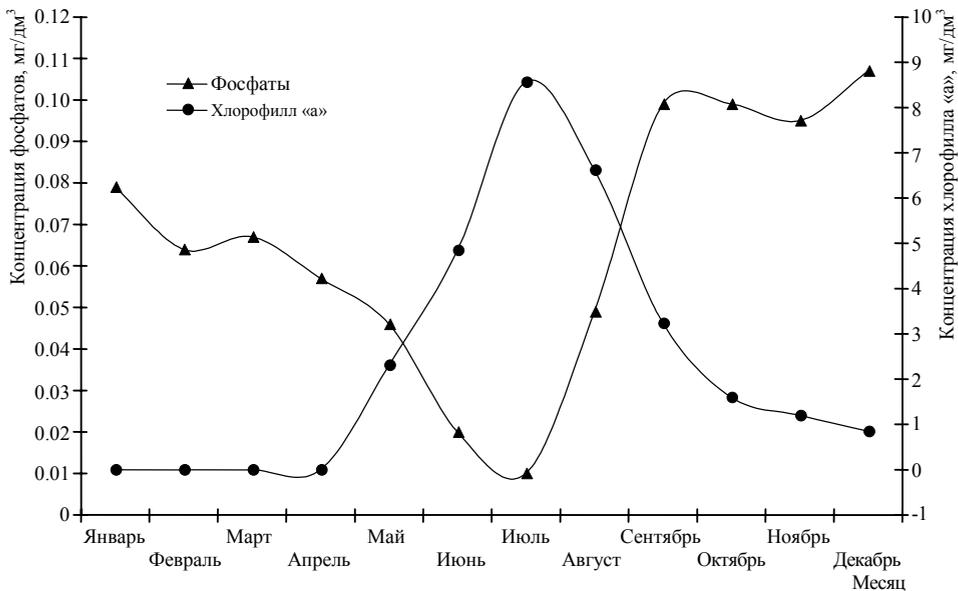


Рис. 4. Сезонный ход фосфатов и хлорофилла «а» в 2010 г.

Процесс «цветения воды обуславливает ухудшение качества воды (см. табл. 4): уменьшается концентрация растворенного кислорода и увеличивается органическое загрязнение. В августе 2009 г. концентрация растворенного кислорода в русловой части водохранилища составила 6.5 мгО/л, а в августе 2010 г. уменьшилась до критического уровня и составила 4.8 мгО/л (рис. 5). И это на участке водохранилища (2.5 км ниже ГЭС), где происходит интенсивная аэрация. В соответствии с нормативными требованиями к водоёмам рыбохозяйственного назначения в летний период концентрация растворенного кислорода в воде не должна опускаться ниже 6.0 мгО/л.

## МАССОВОЕ РАЗВИТИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Концентрация легко окисляемого органического вещества (по БПК<sub>5</sub>) в июле 2009 г. не превышала допустимой нормы и составила 1.6 мгО/л, а в июле 2010 г. превысила предельно допустимое значение и составила 2.1 мгО/л.

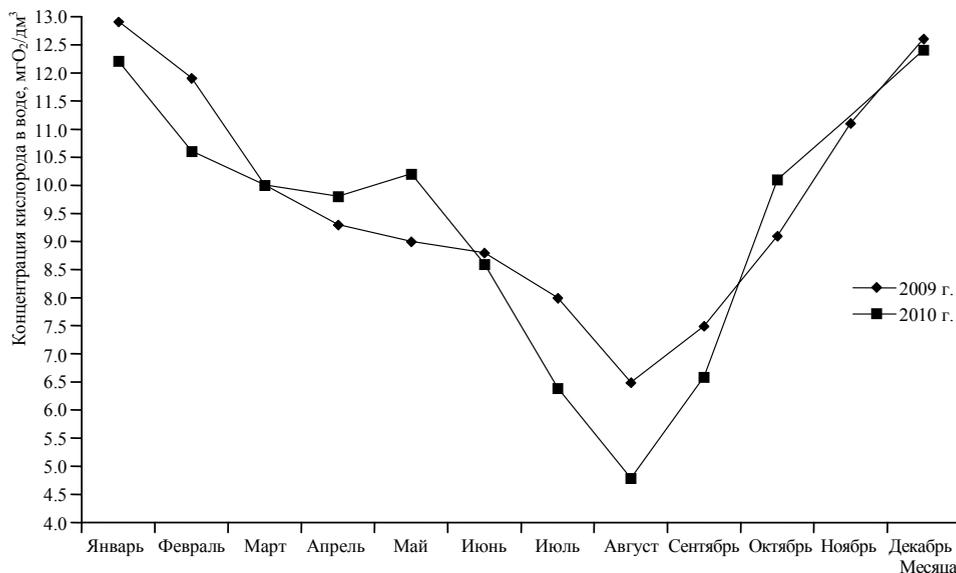


Рис. 5. Сезонные изменения концентрации кислорода в 2009 г. и 2010 г.

Наряду с увеличением концентрации органических веществ и ухудшением кислородного режима, возникает угроза токсического загрязнения водохранилищ, так как отдельные виды сине-зелёных водорослей способны продуцировать сильно действующие токсины.

Интенсификация массового развития водорослей в условиях маловодья обуславливает общую деградацию водных экосистем и прекращение воспроизводства качественной природной воды. Ухудшение качества воды порождает цепную реакцию по возникновению водохозяйственных проблем (питьевое водоснабжение, рекреация) и может привести к подрыву рыбных ресурсов промысловых водохранилищ.

В настоящее время предлагаются различные механические, химические (Хрисанов, Осипов, 1993) и биологические (Остроумов, 2011) методы борьбы с «цветением» воды. Однако все они ограничены во времени и пространстве и малоэффективны в условиях крупных водохранилищ Волги. Важно отметить, что перечисленные методы направлены на борьбу с последствиями антропогенного эвтрофирования водоёмов, а не на причины, его вызывающие. На наш взгляд, необходима разработка долгосрочных профилактических методов борьбы, направленных на снижение поступления фосфора в водохранилища от точечных и диффузных источников загрязнения.

По нашим оценкам, только от точечных источников загрязнения в Волжский бассейн ежегодно поступает 10000 тонн общего фосфора от 39 субъектов РФ. Из них больше половины сброса фосфора приходится на г. Москву (2300 тонн), Самарскую (930 тонн), Московскую (880 тонн), Нижегородскую (870 тонн), Ярославскую (910 тонн) области и Республику Татарстан (600 тонн). При этом концентрация фосфора в сточных водах в десятки и сотни раз превышает фоновую концентрацию в волжской воде.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показывают, что аномальные погодные условия (жара и засуха) способствуют увеличению продуктивности водорослей и ухудшению качества воды. Следовательно, в условиях глобального потепления климата проблема антропогенного эвтрофирования водохранилищ будет только усиливаться.

При дальнейших исследованиях особое внимание следует обратить на фосфорную нагрузку, которая оказывает первостепенное влияние на устойчивость водных экосистем и лимитирует процесс «цветения» воды.

Одной из главных причин чрезмерного поступления фосфора в водохранилища является низкая эффективность очистки сточных вод и несовершенство системы нормирования антропогенной нагрузки. В частности, в качестве критериев нормирования применяются одинаковые для всей территории России предельно допустимые концентрации, которые зависят только от вида водопользования и не учитывают региональных особенностей формирования природных вод. В результате устанавливаются ошибочные приоритеты управления антропогенной нагрузкой.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абакумов В. А.* Руководство по гиробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб. : Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
- Герасимова Н. А.* Фитопланктон Саратовского и Волгоградского водохранилищ / Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. Тольятти, 1996. 200 с.
- Зайцева И. С.* Маловодные годы в бассейне Волги : природные и антропогенные факторы. М. : Наука, 1990. 184 с.
- Моисеенко Т.И.* Антропогенно-индуцированные процессы в биосфере // Вестн. РАН. 2011. Т. 81, № 12. С. 1100 – 1108.
- Остроумов С. А.* Синэкологические основы решения проблемы эвтрофирования // Докл. РАН. 2001. Т. 381, № 5. С. 709 – 712.
- Паутова В. Н., Номоконова В. И.* Динамика фитопланктона Нижней Волги – от реки к каскаду водохранилищ / Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. Тольятти, 2001. 279 с.
- Хрисанов Н. И., Осипов Г. К.* Управление эвтрофированием водоемов. СПб. : Гидрометеиздат, 1993. 278 с.

УДК 574.58(470.44)

## СТАБИЛЬНОСТЬ СООБЩЕСТВ МАКРОЗООБЕНТОСА В ВОДОЁМЕ-ОХЛАДИТЕЛЕ БАЛАКОВСКОЙ АЭС

**М. Ю. Воронин, М. В. Ермохин**

*Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского  
Россия, 410026, Саратов, Астраханская, 83  
E-mail: voroninmj@yandex.ru*

Поступила в редакцию 18.05.12 г.

**Стабильность сообществ макрозообентоса в водоёме-охладителе Балаковской АЭС. – Воронин М. Ю., Ермохин М. В.** – Сравнивается стабильность сообществ макрозообентоса в различных температурных зонах водоёма-охладителя Балаковской АЭС и водоемах с естественным температурным режимом. Показано, что естественные условия и зона умеренного подогрева воды наиболее благоприятна для развития макрозообентоса.

*Ключевые слова:* макрозообентос, стабильность, водоём-охладитель, Саратовская область.

**Stability of macrozoobenthos communities in the water reservoir-cooler of the Balakovo NPS. – Voronin M. Yu. and Yermokhin M. V.** – The stability of macrozoobenthos communities is compared in several thermal zones of the water reservoir-cooler of the Balakovo NPS and water bodies with a natural thermal regime. Natural thermal conditions and the zone with moderate water heating are shown to be more propitious for macrozoobenthos development.

*Key words:* macrozoobenthos, stability, reservoir-cooler, Saratov region.

### ВВЕДЕНИЕ

Водоёмы-охладители атомных электростанций – крупные антропогенные водные экосистемы современной биосферы. Условия существования биоты здесь коренным образом трансформируются по сравнению с естественными водоемами. На сегодняшний день известны некоторые общие закономерности реакции макрозообентоса и отдельных его компонентов на сброс подогретых вод электростанций (Биопродукционные процессы..., 1988; Яныгина и др., 2008). Изменения, происходящие в сообществах макрозообентоса разных водоёмов-охладителей при некотором сходстве имеют ряд отличий (Протасов и др., 2000), что определяет необходимость применять индивидуальные подходы при оценке состояния каждого конкретного водоёма-охладителя.

Макрозообентос вносит существенный вклад в биотический баланс водоёма. Резкие изменения состояния этой группировки, такие как массовая гибель гидробионтов, могут вызывать биологические помехи в работе электростанции. Стабильность существования макрозообентоса водоёма-охладителя на протяжении длительного времени важна для работы электростанции. Под стабильностью сообщества понимается неизменность во времени средних значений его структурных и функциональных показателей при действии определенных по силе и параметрам факторов среды (Алимов, 1989, 2000). Переход из одного стабильного состояния в

другое обусловлено изменениями внешних условий. Стабильные сообщества – это сообщества, долгое время формировавшиеся при неизменных или слабо меняющихся условиях (Федоров, Соколова, 1973).

Целью данного исследования явилось изучение стабильности существования макрозообентоса водоёма-охладителя Балаковской АЭС.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Изучение макрозообентоса водоёма-охладителя Балаковской АЭС (БАЭС) проводили в 1999 – 2003 гг. Станции отбора проб были расположены в различных зонах, выделенных по степени трансформации теплового режима: № 1 – 4 – в тепловодной зоне водоёма-охладителя (отводящий канал); № 5 – 7 – в холодноводном (приводящем) канале; № 8, 9 – на смежных водоёмах с естественным температурным режимом (рисунок). Пробы бентоса отбирали количественно на глубине 0.7 –

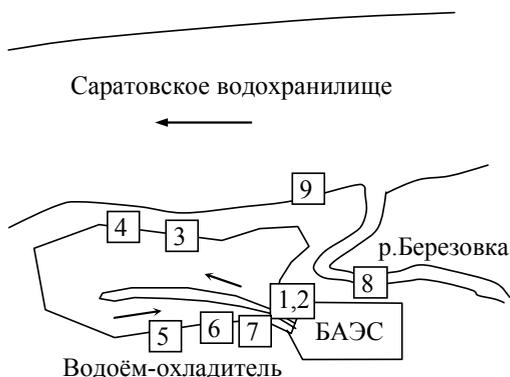


Схема расположения станций (№ 1 – 9) отбора проб:  $\longrightarrow$  – направление течений

1 м гидробиологическим скребком с шириной полосы захвата 0.2 м. Скребок проводили по дну, по линейке 0.15 м, так что объем пробы составлял 0.03 м<sup>2</sup>.

Изучение проб, отобранных дночерпателем (ДАК-250), показывает, что на больших глубинах в центральной части водоёма-охладителя бентос значительно обеднен (Воронин и др., 2011). Поэтому для оценки стабильности существования экосистемы водоёма-охладителя в целом изучали контурные сообщества макрозообентоса на глубинах до 1 м.

В вегетационные сезоны 1999 и 2000 гг. периодичность отбора составляла 1 – 1.5 мес (в 1999 г. – 38 проб, в 2000 г. – 26 проб). В вегетационный период 2003 г. пробы отбирали в трех повторностях 1 раз в 10 сут. (330 проб). Обработку проб осуществляли по общепринятым гидробиологическим методикам (Методика изучения..., 1975). Видовое определение гидробионтов проводили по «Атласу беспозвоночных...» (1968), «Определителю пресноводных...» (1977), «Определителю пресноводных беспозвоночных...» (1994 – 2004).

Проведенное на постоянных станциях исследование позволило рассмотреть стабильность сообществ. Сравнивали средние за вегетационный сезон значения обилия бентоса в разные годы. Для количественного выражения стабильности сообществ использовали отношение средней геометрической к средней арифметической ( $St_{GM}$ ) и среднее значение отклонения от средней ( $I_{St}$ ). Чем выше стабильность сообществ, тем больше значения  $St_{GM}$  и меньше  $I_{St}$ :

$$I_{St} = \frac{\sum |(\sum k_i)/n - k_i|}{\sum k_i}$$

## СТАБИЛЬНОСТЬ СООБЩЕСТВ МАКРОЗООБЕНТОСА

где  $k_i$  – средняя численность или биомасса сообщества в  $i$  год,  $n$  – количество лет наблюдений (Федоров, 1974; Федоров, Соколова, 1973).

Для выяснения способности сообществ сохранять постоянство своих общих характеристик при изменении структуры рассчитывали «коэффициент компенсации»:

$$Z = 1 - (D(\sum x_j)) / (\sum (D(x_j))^{1/2})^2,$$

где  $x_j^i$  – обилие  $j$  группы в  $i$  год,  $D(x_j)$  – дисперсия обилия  $j$  группы за период исследования,  $D(\sum x_j)$  – дисперсия суммарного обилия за период исследования (Ердаков, Рябко, 1981).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В водоёме-охладителе БАЭС имеется широкий температурный градиент, поэтому сообщества бентоса в разных его частях испытывают температурное воздействие разной интенсивности. Температурный режим станций на водоёме-охладителе иной (для средних за 2003 г. температур;  $P < 0.01$ ), чем в водоёмах, не подверженных подогреву. Кроме того, среднегодовые температуры разных станций водоёма-охладителя отличаются ( $P < 0.05$ ), за исключением станций № 1 и 2, 6 и 7, поскольку они расположены в непосредственной близости друг от друга. Сетка отбора проб охватывала весь градиент температуры, что позволило сравнивать между собой сообщества в различных температурных условиях (табл. 1).

**Таблица 1**  
Средние за вегетационный сезон численность ( $N$ , экз./м<sup>2</sup>), биомасса ( $B$ , г/м<sup>2</sup>) макрозообентоса и характеристика условий обитания на разных станциях

Температурные зоны	№ станции	Годы наблюдений			Средне-взвешенная за 2003 г. $t$ , °С	Тип грунта	
		1999	2000	2003			
Тепловодный канал	1	$N$	–	837.5	617.9	37.1	Песок
		$B$	–	9.92	0.86		
	2	$N$	3579.8	–	275.4	37.1	Щебень
		$B$	143.26	–	2.06		
	3	$N$	800.0	2550.0	–	–	Песок
		$B$	1.05	110.98	–		
	4	$N$	283.5	–	493.7	33.2	Песок
		$B$	0.94	–	2.46		
Холодноводный канал	5	$N$	4420.0	3132.0	5641.3	29.6	Щебень
		$B$	127.31	149.54	106.28		
	6	$N$	1908.0	2584.0	8647.9	31.3	Песок
		$B$	50.68	19.64	28.92		
	7	$N$	1304.0	774.0	9256.6	30.2	Ил
		$B$	9.2	15.5	29.0		
Водоёмы с естественным температурным режимом	8	$N$	2698.0	1510.0	–	–	Песок с глиной
		$B$	336.47	334.74	–		
	9	$N$	830.0	1285.0	5632.6	24.2	Песок с глиной
		$B$	4.97	3.48	13.71		

Помимо температуры существенное влияние на развитие бентоса оказывает характер грунта. Станции отбора проб зообентоса располагались на наиболее распространенных типах грунта в тепловодном, холодноводном канале водоёма-охладителя и водоемах с естественным температурным режимом (см. табл. 1).

Сообщества рассматривали как совокупность популяций разных видов, сосуществующих в пространстве и времени (Бигон и др., 1989). Сообщества макрозообентоса называли по виду-доминанту, имеющему максимальный индекс плотности. На мелководьях водоёма-охладителя сформировались 4 сообщества макрозообентоса: *Dreissena polymorpha*, *Chaetogammarus warpachowskyi* – *Corophium sowinskyi*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Pontogammarus robustoides* – *Orithetrum cancellatum*. В р. Березовке – сообщество *Viviparus viviparus*, а на участке Саратовского водохранилища – *Stenogammarus dzjubani* (Воронин, Ермохин, 2005). Всего за период исследования в составе бентоса водоёма-охладителя БАЭС обнаружено 83 вида гидробионтов, в р. Березовка (ст. № 8) выявлено 64 вида, на участке Саратовского водохранилища вблизи БАЭС (ст. № 9) – 30 видов.

Средняя за вегетационный сезон численность макрозообентоса на исследованных станциях на протяжении трех лет наблюдений изменялась довольно значительно. На станции № 2 в тепловодной части водоёма-охладителя средняя за вегетационный сезон численность макрозообентоса изменялась в 13 раз. В холодноводной части водоёма-охладителя на станции № 7 – в 12 раз (см. табл. 1). Индексы стабильности сообществ, рассчитанные на основе анализа численности, также варьировали в широких пределах. Отличий стабильности существования между тепловодной и холодноводной частями водоёма-охладителя не отмечено (табл. 2).

**Таблица 2**

Значения индексов стабильности ( $St_{GM}$  и  $I_{St}$ ) и коэффициента компенсации ( $Z$ ) бентоса на разных станциях

Температурные зоны	№ станции	$St_{GM}$		$I_{St}$		$Z$	
		$N^*$	$B^{**}$	$N$	$B$	$N$	$B$
Тепловодный канал	1	0.99	0.54	0.15	0.84	0.96	0.22
	2	0.51	0.24	0.86	0.97	0.01	0.00
	3	0.85	0.19	0.52	0.98	0.56	0.02
	4	0.96	0.90	0.27	0.45	0.86	0.73
Холодноводный канал	5	0.97	0.99	0.19	0.11	0.78	0.50
	6	0.80	0.93	0.65	0.36	0.13	0.63
	7	0.56	0.90	0.97	0.41	0.03	0.57
Водоёмы с естественным температурным режимом	8	0.96	1.00	0.28	0.00	0.26	1.00
	9	0.70	0.84	0.79	0.57	0.49	0.60

*Примечание.* Индекс рассчитан по: \* – средней за вегетационный сезон численности общего бентоса, \*\* – его биомассе.

Сравнение средних за вегетационный сезон биомасс бентоса в разные годы показало, что стабильность сообществ водоёмов с естественным температурным режимом (станции № 8, 9), холодноводного канала и станции № 4 тепловодного канала, удаленной от водосброса БАЭС, оцененная по  $I_{St}$ , характеризуется значе-

## СТАБИЛЬНОСТЬ СООБЩЕСТВ МАКРОЗООБЕНТОСА

ниями менее 0.6, а прочих станций тепловодного канала – более 0.8 (см. табл. 2). Это свидетельствует о нестабильности существования сообществ в тепловодном канале. Выводы по обоим индексам аналогичны.

Биологические системы способны противостоять изменениям внешних условий, сохранять постоянство экологического «выхода» (например, общего обилия сообщества) за счет компенсации обилия одних групп организмов другими (Ердаков, Рябко, 1981). Способность сообществ, находящихся в разных температурных условиях, сохранять постоянство общих характеристик анализировалась по средним значениям численности и биомассы в вегетационные сезоны 1999, 2000, 2003 гг. для разных таксономических групп (полихет, олигохет, пиявок, мизид, кумовых раков, корофиид, гаммарид и т. п.). Коэффициенты компенсации, рассчитанные по численности, варьируют от 0.01 до 0.96. Как минимальные, так и максимальные возможности компенсации численности одних групп организмов другими отмечены для тепловодной части водоёма-охладителя.

Оценка многолетних изменений биомассы различных таксономических групп указывает на то, что сообщества исследованных участков водоёмов с естественным температурным режимом, холодноводной части и станции № 4 тепловодной части водоёма-охладителя БАЭС испытывают влияние возмущающих факторов с силой, результат воздействия которой может быть компенсирован структурными перестройками системы (значения коэффициентов компенсации, рассчитанные по биомассе, составляют более 0.5). Уменьшение обилия в ряду одних таксонов компенсируется увеличением обилия других (см. табл. 2). При смене доминирующего по биомассе таксона общая биомасса бентоса остается относительно постоянной. Напротив, в тепловодном канале биомасса разных групп меняется синхронно – сообщества испытывают воздействие силы, которой не способны противостоять ( $Z < 0.22$ ).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сообщества макрозообентоса сильно подогреваемой зоны водоёма-охладителя Балаковской АЭС нестабильны по сравнению с холодноводным каналом и водоёмами с естественным температурным режимом. Многолетние изменения биомассы сообществ сильно подогреваемой зоны водоёма-охладителя не компенсируются перераспределением количественного развития между разными таксономическими группами.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алимов А. Ф.* Введение в продукционную гидробиологию. Л. : Гидрометеиздат, 1989. 152 с.
- Алимов А. Ф.* Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб. : Наука. С.-Петербург. отд-ние, 2000. 152 с.
- Атлас беспозвоночных Каспийского моря. М. : Пищевая пром-сть, 1968. 415 с.
- Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К.* Экология : в 2 т. М. : Мир, 1989. Т. 2. С. 115–159.
- Биопродукционные процессы в водохранилищах-охладителях ТЭС. Кишинев : Штиинца, 1988. 272 с.

*Воронин М. Ю., Демин А. Г., Емельянова Н. В.* Оценка экологического состояния водоема-охладителя Балаковской АЭС по некоторым показателям макрозообентоса // Биологический мониторинг природно-техногенных систем : материалы Всерос. науч.-практ. конф. Киров : Изд-во Вят. гос. гуманитар. ун-та, 2011. С. 181 – 185.

*Воронин М. Ю., Ермохин М. В.* Сообщества макрозообентоса в градиенте температуры водоема-охладителя Балаковской АЭС // Поволж. экол. журн. 2005. № 3. С. 207 – 213.

*Ердаков Л. Н., Рябко Б. Я.* Количественная мера эффективности механизмов стабилизации сообщества // Журн. общ. биологии. 1981. Т. XLII, № 4. С. 512 – 518.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М. : Наука, 1975. 240 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л. : Гидрометеоздат, 1977. 512 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб. : Наука. С.-Петербург. отд-ние, 1994. Т. 1. Низшие беспозвоночные. 396 с.; 1995. Т. 2. Ракообразные. 628 с.; 1997. Т. 3. Паукообразные. Низшие насекомые. 444 с.; 1999. Т. 4. Высшие насекомые. Двукрылые. 1000 с.; 2001. Т. 5. Высшие насекомые. Ручейники. Чешуекрылые. Жесткокрылые. Сетчатокрылые. Большекрылые. Перепончатокрылые. 840 с.; 2004. Т. 6. Моллюски. Полихеты. Немертины. 528 с.

*Протасов А. А., Синицына О. О., Калинин Р. А., Сергеева О. А., Силаева А. А., Голубкова Е. Н.* Планктон, бентос и перифитон водоема-охладителя Хмельницкой АЭС // Гидробиол. журн. 2000. Т. 36, № 1. С. 14 – 29.

*Федоров В. Д.* Устойчивость экологических систем и ее измерение // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1974. № 2. С. 402 – 415.

*Федоров В. Д., Соколова С. А.* Опыт оценки устойчивости водной экосистемы // Гидробиол. журн. 1973. Т. IX, № 2. С. 11 – 14.

*Яныгина Л. В., Кириллов В. В., Крылова Е. Н.* Оценка современного состояния зообентоса и зооперифитона водоема-охладителя Беловской ГРЭС // Проблемы региональной экологии. 2008. № 6. С. 37 – 42.

УДК 314.117(282.247.41)

## ПОЛОВОЗРАСТНЫЕ ПИРАМИДЫ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ (РАЗМЫШЛЕНИЯ НАД КНИГОЙ ГУННАРА ХЕЙНЗОНА)

Г. С. Розенберг

*Институт экологии Волжского бассейна РАН  
Россия, 445003, Тольятти, Комзина, 10  
Самарский государственный экономический университет  
Россия, 443090, Самара, Советской Армии, 141  
E-mail: genarozenberg@yandex.ru*

Поступила в редакцию 18.05.12 г.

**Половозрастные пирамиды и устойчивое развитие (размышления над книгой Гуннара Хейнзона).** – Розенберг Г. С. – Обсуждаются предложенные Г. Хейнзоном представления о «молодежном пузыре», демографическом «сбое» и индекс приоритета молодежи. Определен индекс приоритета молодежи для территорий Волжского бассейна. Сделан вывод о возможности использования этого показателя в качестве одного из индексов устойчивого развития.

*Ключевые слова:* устойчивое развитие, половозрастная пирамида, «молодежный бум», склонность к насилию.

**Age-sex pyramids and sustainable development (reflections on Gunnar Heinsohn's book).** – Rozenberg G. S. – The notions of «youth bulge», demographic «failure», and the index of the priority of the youth (IPY) proposed by G. Heinsohn are discussed. IPY in the territories of the Volga basin is estimated. A conclusion about the possibility to use this indicator as one of the sustainable development indices is made.

*Key words:* sustainable development, age-sex pyramid, «youth bulge», propensity to violence.

### ВВЕДЕНИЕ

3 – 14 июня 1992 г. в Рио-де-Жанейро (Бразилия) прошла Международная конференция ООН по окружающей среде и развитию (МКОСР), на которой представителями 172 стран (делегацию России возглавлял вице-президент А. В. Руцкой) были приняты «Декларация по окружающей среде и развитию» и «Повестка дня на XXI век» – программа перехода человечества к устойчивому развитию (Программа действий..., 1993). Таким образом, была документально оформлена и официально закреплена существовавшая на протяжении двух десятков лет тенденция перехода от национальных программ охраны природы отдельных стран к *охране биосферы в глобальном масштабе* усилиями большей части человечества; идеи устойчивого развития пронизывают все документы этой Конференции.

«Повестка дня на XXI век» представляет собой план глобальных действий во всех областях устойчивого развития, имеющий целью воспрепятствовать продолжающемуся ухудшению состояния окружающей среды и заложить основы для стабильной жизни в XXI веке. Этот план включает:

- экологические меры и их претворение в жизнь,
- социально-экономические меры и их реализацию,

- задачи по вовлечению в движение за устойчивое развитие различных сообществ,
- средства перехода к устойчивому развитию и уровень их эффективности,
- общеполитические меры и их осуществление.

В данной работе остановимся только на одном аспекте социально-экономических мер достижения устойчивого развития (правда, на самом заметном и широко обсуждаемом) – регулировании демографических процессов. Именно в этом контексте нас будет интересовать, возможно, «демографически» обусловленный рост насилия и экстремизма в странах с нормальными и деформированными половозрастными пирамидами населения.

### **«Сыновья и власть над миром»**

Поводом для написания данной статьи послужила книга немецкого социолога и демографа Г. Хейнзона «Сыновья и власть над миром: Роль террора в расцвете и упадке народов» (Heinsohn, 2003), которая сразу стала бестселлером и после своего выхода переиздавалась уже не менее десяти раз (хотя перевод на английский язык пока так и не появилось; укажу лишь на большое интервью Хейнзона в переводе на английский язык с датского (Heinsohn, 2007)). При этом книга вызвала диаметрально противоположные эмоции: она либо «возносилась» на вершину социально-экономического знания (например, немецкий философ Петер Слоутердаijk (Peter Sloterdijk) считает, что эта книга не менее важна и значительна, нежели «Капитал» Карла Маркса; см.: (Вольский, 2009; Моргулис, 2011)), либо низвергалась на самое дно (см. сугубо отрицательную рецензию на эту книгу британского социолога Горана Шерборна (Sherborn, 2009, p. 141), который, переходя на личности, даже подчеркивает, что «научная репутация Хейнзона среди немецких ученых его собственного поколения, согласно неформальному опросу, ничтожна – «нулевая», как выразился один коллега»). Попробуем разобраться в этом вопросе, но прежде несколько слов об авторе книги «Сыновья и власть над миром».

Гуннар Хейнзон родился в 1943 г. на территории Польши (сегодня – г. Гдыня). Он изучал социологию, психологию, историю, экономику, журналистику и религию в Берлине, где получил докторские степени в области социальных наук (1974 г.) и экономики (1982 г.). В 1976 – 1978 гг. он жил в Израиле. В 1984 г. Хейнзон стал штатным профессором Бременского университета и возглавил (до 2009 г.) Институт сравнительного изучения геноцида им. Рафаэля Лемкина при этом университете.

Он опубликовал более 750 научных и научно-публицистических работ (в том числе почти 40 книг) о восходе, развитии и закате цивилизаций, начиная с Бронзового века и Древней Греции через ближневосточные и буддистские страны и кончая Холокостом и современной Европой (см. некоторые из них: (Heinsohn, Steiger, 1985, 1996, 2005; Heinsohn, 1991, 1995)).

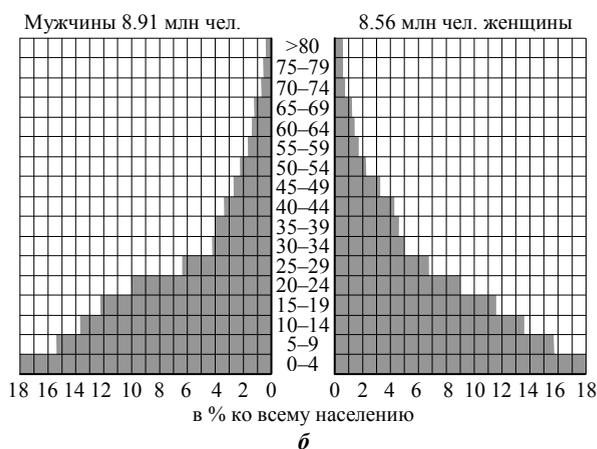
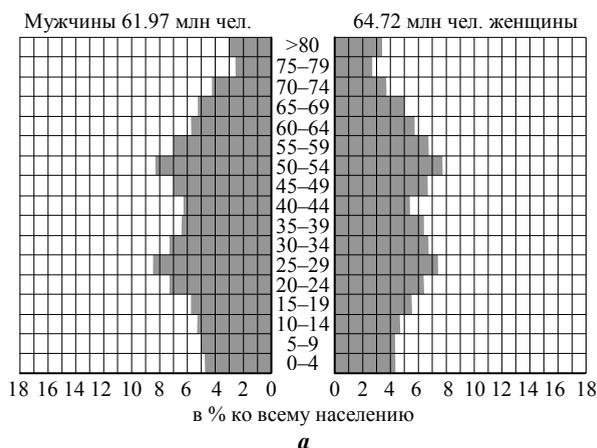
Однако наиболее яркой стала его книга «Сыновья и власть над миром» (Heinsohn, 2003), во многом благодаря броскому подзаголовку «Роль террора в расцвете и упадке народов». В этой книге он дал объяснение явлению, породившему, в какой-то степени, непредвиденную и необъяснимую волну терроризма и насилия,

## ПОЛОВОЗРАСТНЫЕ ПИРАМИДЫ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

которая обрушилась в настоящее время на наш мир, назвав это явление «злокачественным или грубым (gröberen) демографическим приоритетом молодежи», «молодежным бумом (пузырём) – youth bulge» в возрастной структуре населения, описываемой половозрастными пирамидами. Для обоснования этого явления Хейнзон предложил «индекс приоритета молодежи» – отношение количества мужчин в возрасте 40 – 44 года к мальчикам в возрасте от 0 до 4 лет. Демографический «сбой» (это понятие он использует для характеристики тех стран, которые окажутся неспособными сопротивляться притоку молодежи из других стран) происходит тогда, когда на каждых 100 мужчин в возрасте 40 – 44 года приходится меньше чем 80 мальчиков в возрасте от 0 до 4 лет. В Германии это соотношение равно 100 / 50 (кстати, в России это соотношение пока 100 / 92), а в секторе Газы – 100 / 464 (Фрумкин, 2007; Heinsohn, 2003, S. 36). Можно говорить о том, что Германия, фактически, «готова к сдаче» таким странам, как Афганистан (100 мужчин / 403 мальчика), Сомали (100 / 364) или Ирак (100 / 351).

Как уже отмечалось, свои выводы Хейнзон строит на графическом анализе половозрастных пирамид, имеющих вид столбиковой диаграммы. Для каждой страны пирамида имеет свои особенности. В целом для пирамиды развитых стран характерно неширокое основание (низкая доля детей) и достаточно широкая вершина (высокая доля пожилых). Для пирамиды развивающихся стран, напротив, характерно очень широкое основание и узкий верх (рис. 1).

Таким образом, по Хейнзону, насилие имеет тенденцию происходить в тех обществах, где юноши от 15 до 29 лет составляют больше 30% от общего населения. При этом причины насилия – религия, национа-



**Рис. 1.** Половозрастные пирамиды для Японии (а) и Йемена (б), 2009 г. (Численность населения мира, 2010)

лизм, марксизм, фашизм, т. е. во имя чего оно вершится, – оказываются вторичными и несущественными. На 2003 г. в мире было 67 стран с демографическим приоритетом молодёжи, в 60 из них уже происходил либо массовый геноцид, либо шла гражданская война (Heinsohn, 2003, S. 36). В странах с таким «молодежным пузырем – youth bulge» молодые мужчины стремятся истребить друг друга или погибнуть в агрессивных войнах, пока не установится баланс между их амбициями и количеством приемлемых позиций, существующих в их обществе. В таких арабских странах, как Ливан (150 000 погибших в ходе гражданской войны между 1975 и 1990 г.) или Алжир (200 000 убитых в аналогичной войне в период между 1999 и 2006 г.), «уровень резни понизился только тогда, когда показатели рождаемости в этих странах упали с семи детей на одну женщину до менее чем двух. Сражение остановлено, потому что больше не рождались новые воины» (Хейнзон, 2009).

Хейнзон делает, казалось бы, парадоксальный вывод: экономическая и гуманитарная помощь странам со «злокачественным демографическим приоритетом молодежи» не может предотвратить войны, социальные волнения, террор или массовые убийства. Наоборот, в некоторых случаях эта материальная помощь, предоставляемая с самыми лучшими намерениями, является причиной насилия. Иными словами, насилие есть предсказуемый и неизбежный результат в тех случаях, когда молодые люди сыты и живут в обществе, где их слишком много и где они негодуют на это самое общество, поскольку понимают, что оно не в состоянии их востребовать.

### **Индекс приоритета молодежи для Волжского бассейна**

При анализе «возрастного состава населения» принято выделять три основные группы: дети (0 – 14 лет), взрослые (15 – 64 года) и пожилые (65 лет и старше). В структуре населения планеты соотношение «дети : взрослые : пожилые» выглядит как 34 : 58 : 8. Для России эти группы несколько отличны: дети (0 – 15 лет), взрослые (мужчины 16 – 59, женщины 16 – 54 года) и пожилые (мужчины старше 60, женщины – 55 лет). При этом соотношение этих групп на 1 января 2010 г. таково: 16.1 : 62.3 : 21.6 (Демографический ежегодник России..., 2010). К сожалению, половозрастные пирамиды для отдельных областей и республик России если и существуют, то «труднодоступны»; поэтому для наших оценок воспользуемся некоторыми «поправочными коэффициентами». Так, в целом по России (Демографический ежегодник России..., 2010, с. 50 – 51) группа мальчиков 0 – 4 года получается умножением численности группы всех детей 0 – 15 лет на 0.18, а группа мужчин 40 – 44 года получается из группы взрослых (мужчины 16 – 59, женщины 16 – 54 года) умножением на 0.05. В результате таких арифметических действий получаем следующую картину распределения индекса приоритета молодежи (напомним еще раз: отношение количества мужчин в возрасте 40 – 44 года к мальчикам в возрасте 0 – 4 лет) по Волжскому бассейну (рис. 2).

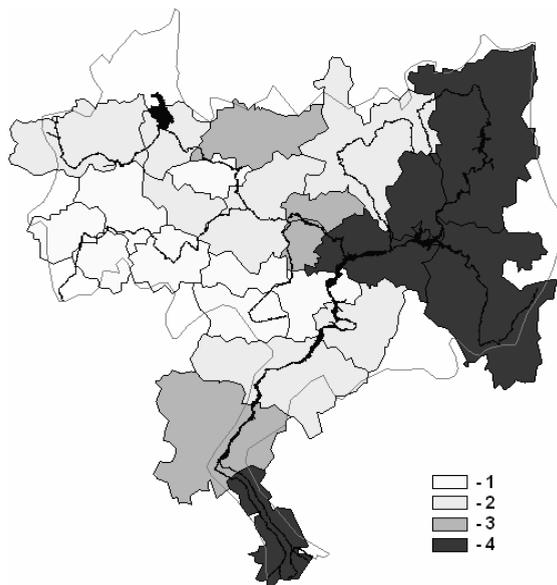
Интерпретация полученных результатов требует привлечения значительного объема дополнительной информации, однако, в первом приближении, можно сказать, что значения индекса приоритета молодежи меньшие или равные 1 достигаются в территориях с высокой миграционной активностью (Астраханская область)

## ПОЛОВОЗРАСТНЫЕ ПИРАМИДЫ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

и национальных республиках (Башкортостан, Татарстан, Удмуртия); высокое значение этого показателя в Пермском крае требует дополнительных исследований. Максимальное значение индекса отмечено для Москвы (100 : 74), Тульской (100 : 80) и Московской областей (100 : 81); скорее всего, социально-экономический уклад жизни в столице и близлежащих к ней регионах не способствует достижению высоких показателей деторождаемости. И последнее замечание. Когда Хейнзон говорит о демографическом «сбое» при достижении соотношения (100 : 80), следует учитывать и общую продолжительность жизни (в частности, мужского населения), которая в России ниже, чем например, в Германии на 15 – 17 лет; таким образом, «100» для мужчин России в возрасте 40 – 44 года это несколько меньше, чем «100» для Германии.

Превалирование молодежи (естественно, в разумных пределах), само по себе неплохо, если она обеспечена работой и достойной жизнью. Для территории Волжского бассейна была рассчитана корреляция индекса приоритета молодежи и индекса развития человеческого потенциала (Доклад о развитии..., 2010); этот коэффициент оказался достоверным, но незначительным ( $r = 0.41$ ). Отсюда можно сделать вывод: либо такой проблемы для России просто нет, либо в России, что, скорее всего, отсутствует (или распределена по стране без учета возникновения такого «молодежного пузыря») «инфраструктура» поддержания качества жизни подрастающего поколения.

Наконец, рассмотрим связь индекса приоритета молодежи с её агрессивностью, о чем пишет Хейнзон. Коэффициент корреляции этого показателя с коэффициентом экологической преступности (на население от 14 лет; (Королёва, Сулова, 2007, с. 58 – 59; Розенберг, 2009, с. 360 – 362) оказался положительным, достоверным и значимым (правда, также не очень высоким) –  $r = 0.43$ . По коэффициенту экологической преступности можно сделать вывод, что большее число экологических правонарушений фиксируется в «водно-браконьерской» Астраханской области и на севере бассейна (последнее связано, скорее всего, с незаконной порубкой деревьев и кустарников (Розенберг, 2009, с. 362)). Здесь затруднительно сделать вывод о том, вносит ли какую-нибудь лепту в такого рода «экологическую агрес-



**Рис. 2.** Распределение индекса приоритета молодежи по территории Волжского бассейна: 1 – от 80 до 85; 2 – от 85 до 90; 3 – от 90 до 95; 4 – более 100

сивность» демографический «сбой», но можно сказать, что «криминологическая картина экологической преступности и эффективности борьбы с ней не позволяет прогнозировать улучшения экологической ситуации в стране» (Королёва, Сулова, 2007, с. 62).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многие демографы заявляют, что делать прогнозы только по общей численности населения Земли (страны, региона) – не корректно; следует учитывать половую и возрастную структуры, распределение по регионам – все, как принято при классических демоэкологических исследованиях (об этом писали и мы (Розенберг и др., 1997)). Предложенный Г. Хейнзоном (Heinsohn, 2003) индекс приоритета молодежи может стать (и уже становится) важным параметром и серьёзным регулятором общей численности населения, а через это – существенным показателем устойчивого развития территории. Но следует согласиться и с оппонентами Хейнзона, которые критикуют его за попытки «предупредить нас, что за пределами современного евро-американского мира скопилось слишком много рассерженных молодых людей, – и, в первую очередь, слишком много молодых мусульман» (Sherborn, 2009, p. 138). Хотя подтверждением этому могут служить и такие показатели индекса приоритета молодежи для российских территорий с «повышенной агрессивностью» – Чеченской республики (100 : 205) и Республики Дагестан (100 : 145). Но не всё так просто в «демографическом мире».

Прежде всего, заметим, что «уровень агрессивности» населения той или иной территории связан не только с численностью населяющей её молодежи. В военном плане в современную эпоху высокотехнологичного оружия численность населения страны мало что значит. Можно смело предполагать, что в наши дни демографические тенденции с большей вероятностью скажутся в экономической области. И, тем не менее, «страхи перед рассерженными молодыми людьми не следует воспринимать как иррациональную паранойю» (Sherborn, 2009, p. 144). Молодежи свойствен максимализм и она, в самом деле, может стать предвестником социальных перемен; однако их направление будет определяться не демографическими параметрами, а, скорее, политической борьбой. Дети современного «молодежного пузыря» живут в бедных странах с дефицитом образовательных мощностей, способных обеспечить им желаемый статус.

Устойчивое развитие цивилизации нельзя достигнуть «дергая» только за одну «верёвочку» (в нашем случае – демографическую). Выше, во введении говорилось о пяти основных составляющих плана достижения такого развития. Именно на пути системного использования всех наших знаний о структуре и функционировании социо-эколого-экономических систем и следует ожидать успехов в теоретическом осмыслении, методическом обеспечении и практической реализации принципов устойчивого развития.

Автор благодарен профессорам И. А. Евланову, С. В. Саксонову и кандидату биологических наук В. Ф. Феоктистову (Институт экологии Волжского бассейна РАН) за обсуждение некоторых проблем, рассматриваемых в статье, и кандидату биологических наук Н. В. Костиной за проведенные расчеты.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда «Волжские земли в истории и культуре России» (проект № 12-12-*

## ПОЛОВОЗРАСТНЫЕ ПИРАМИДЫ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

63005), Программы грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (проект № НШ-3018.2012.А), Российского фонда фундаментальных исследований РФФИ-Поволжье (проект № 13-04-97004), Программ фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития» и ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Вольский В.* Демографический материализм [Электрон. ресурс]. 2009. URL: [http://volsky.us/demographic\\_materialism.html](http://volsky.us/demographic_materialism.html) (дата обращения: 01.03.2012).

Демографический ежегодник России. 2010 : стат. сб. М. : Росстат, 2010. 525 с.

Доклад о развитии человеческого потенциала в Российской Федерации 2010. Цели развития тысячелетия в России : взгляд в будущее. М. : UNDP Россия, 2010. 152 с.

*Королёва М. В., Суслова Н. В.* Обеспечение исполнения экологического законодательства органами прокуратуры // Использование и охрана природных ресурсов в России : Информ.-аналит. бюл. 2007. № 1 (91). С. 51 – 62.

*Моргулис М.* Демографический сбой, или континент проигравших. 2011. URL: <http://www.invictory.org/library/post-1664-impact.html> (дата обращения: 07.03.2012).

Программа действий. Повестка дня на 21 век и другие документы конференции в Рио-де-Жанейро в популярном изложении / Центр «За наше общее будущее». Женева, 1993. 70 с.

*Розенберг Г. С.* Волжский бассейн : на пути к устойчивому развитию / Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. Тольятти : Кассандра, 2009. 477 с.

*Розенберг Г. С., Краснощеков Г. П., Гелашвили Д. Б.* Мальтус, Циолковский, Котляков и проблемы устойчивого развития и народонаселения // Вестн. ДВО РАН. 1997. № 2. С. 8 – 12.

*Фрумкин С.* Континент проигравших, или злокачественный приоритет молодёжи (о демографической ситуации в Европе) // Сайт общества «Дом Януша Корчака в Иерусалиме» [Электрон. ресурс]. 2007. URL: <http://www.jerusalem-korzak-home.com/np/mir/np161.html> (дата обращения: 07.03.2012).

*Хейнзон Г.* Будет ли в Палестине мир? // *Baznica.Info* [Электрон. ресурс]. 2009. URL: <http://baznica.info/article/budet-li-v-palestine-mir> (дата обращения: 07.03.2012).

Численность населения мира // Банк рефератов [Электрон. ресурс]. 2010. URL: <http://www.bestreferat.ru/referat-150845.html> (дата обращения: 07.03.2012).

*Heinsohn G.* Wie alt ist das Menschengeschlecht? Stratigraphische Chronologie von der Steinzeit zur Eisenzeit. Munchen : Mantis Verlag, 1991. 100 s.

*Heinsohn G.* Warum Auschwitz? Hitlers Plan und die Ratlosigkeit der Nachwelt. Reinbek bei Hamburg : Rowohlt Verlag, 1995. 222 s.

*Heinsohn G.* Söhne und Weltmacht : Terror im Aufstieg und Fall der Nationen. Zürich : Orell Füssli Verlag AG, 2003. 190 s.

*Heinsohn G.* Interview: A continent of losers (translation from Danish into English by Lars Hedegaard) // *Tidsskriftet Sappho* [Electronic resource]. 2007. URL: <http://www.sappho.dk/interview-a-continent-of-losers.htm> (дата обращения: 04.03.2012).

*Heinsohn G., Steiger O.* Die Vernichtung der weisen Frauen. Beiträge zur Theorie und Geschichte von Bevölkerung und Kindheit (in 3 Teilen). Herbstein : Marz Verlag, 1985. 368 s.

*Heinsohn G., Steiger O.* Eigentum, Zins und Geld. Ungeloste Ratsel der Wirtschaftswissenschaft. Reinbek bei Hamburg : Rowohlt, 1996. 544 s.

*Heinsohn G., Steiger O.* Eigentumsökonomik. Marburg : Metropolis, 2005. 270 s.

*Sherborn G.* NATO's Demographer // *New Left Review*. 2009. № 56. P. 136 – 144.

УДК 51.9:574(470.4)

## **ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА REGION ДЛЯ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ СОЦИО-ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА**

**Н. В. Костина**

*Институт экологии Волжского бассейна РАН  
Россия, 445003, Тольятти, Комзина, 10  
E-mail: knva2009@yandex.ru*

Поступила в редакцию 18.05.12 г.

**Экспертная система REGION для оценки изменений состояния социо-эколого-экономических систем Волжского бассейна.** – Костина Н. В. – На основе 12 социо-эколого-экономических показателей дана оценка административных единиц территории Волжского бассейна. Выделены зоны, соответствующие «наилучшему» и «наихудшему» состояниям.

*Ключевые слова:* экспертная система, Волжский бассейн, корреляционный анализ.

**REGION expert system for assessment of changes in the conditions of socio-ecological-economic systems of the Volga river basin.** – Kostina N. V. – An estimation of the administrative units of the Volga basin territory is given on the basis of 12 socio-ecological-economic indicators. Zones of the «best» and «worst» conditions are resolved.

*Key words:* expert system, Volga river basin, correlation analysis.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Известно, что устойчивое развитие включает в себя компромиссное сочетание трех составляющих: социального прогресса, экономического развития и ответственности за окружающую среду. Ключевым моментом в реализации устойчивого развития любой территории является определение комплексной оценки её состояния. Такая оценка, включающая экономические, социальные и экологические показатели, может быть получена самыми разными способами. Понятно, что исходные показатели в какой-то степени зависят друг от друга и существует возможность найти некие индикаторы, характеризующие (оценивающие) состояние территории. По отношению, например, к человеку таким индикатором может служить состояние здоровья населения, уровень рождаемости и смертности. Другой способ оценки заключается в построении комплексных (интегральных) показателей, которые позволяют выделить благополучные и неблагополучные зоны рассматриваемой территории. Существует уже целый ряд разработанных индексов, где авторы предлагают использование несложных арифметических операций над конечным множеством измеряемых (известных) показателей.

Волжский бассейн продолжает оставаться одним из наиболее напряженных по экологической обстановке в России, что и делает актуальной проблему перехода региона на путь устойчивого развития (Костина и др., 2010). В данной статье с

использованием экспертной информационной системы REGION дана комплексная оценка состояния территории Волжского бассейна на 1995 и 2009 гг.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Поскольку для оценки состояния территории необходимо учесть большое число показателей, сложность их взаимодействия, то без компьютерной обработки обойтись невозможно. С использованием системы REGION (Костина, 2005) проведено районирование территории Волжского бассейна по некоторым «общепризнанным» индексам (Розенберг, 2009). Показано, что для показателей заболеваемости населения, смертности и рождаемости доля влияния антропогенных факторов значительно ниже, чем социально-экономических (Розенберг и др., 2009).

В основу ЭИС REGION положен простейший способ пространственного распределения информации, который заключается в разбиении исследуемой территории на участки прямоугольной или квадратной формы. При этом распределение величины показателя внутри каждого участка предполагается однородным. В рамках описанной идеологии территория Волжского бассейна разбита на 210 участков и включает 24 территориальные единицы (более 90% площади бассейна).

Большинство показателей имеют административно-территориальную привязку, что связано с сегодняшним состоянием экологического мониторинга. Исходной информацией послужили официальные статистические данные (Федеральная служба государственной статистики, <http://www.gks.ru>). Показатели, характеризующие природную среду, имеют, как правило, более детальную информационную привязку к территории и не зависят от административного деления. Усреднение таких показателей в пределах каждого участка приводит к потере информации об индивидуальных различиях отдельных территорий внутри участка. Однако это позволяет осуществлять выравнивание показателей для получения более надежных и сопоставимых результатов. Таким образом, пожертвовав географической эстетичностью, которая по отношению к пространственно распределенным данным вряд ли оправдана необходимостью, ЭИС REGION приобретает не менее привлекательные качества: дешевизну, экономичность в ресурсах и простоту в освоении, эксплуатации и интерпретации выходных данных.

Для получения комплексной оценки состояния территории в системе REGION имеется алгоритм ОЦЕНКА, который по заданному пользователем списку показателей строит *интегральный индекс*. Каждый показатель оценивается либо как «ухудшающий», либо как «улучшающий». Принадлежность показателя к «ухудшающему» или «улучшающему» классу является неоднозначной и полностью возложена на эксперта-пользователя. Полученная информация сохраняется в базе данных системы и может быть использована для дальнейшей обработки или отображена на картограмме (Костина, 2005).

Следует отметить, что при выборе большого числа показателей возникает ожидаемый эффект «средней температуры по больнице» и сложнее объяснить полученный результат.

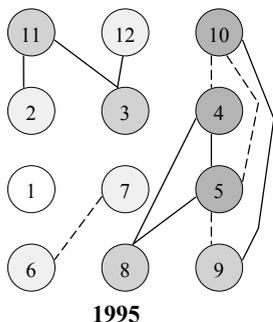
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основе данных за 1995 и 2009 г. проведена социо-эколого-экономическая оценка состояния территории Волжского бассейна по 12 показателям (таблица).

Список показателей

№ п/п	Показатель
«Ухудшающие» показатели	
1	Посевные площади всех с/х культур (тыс. га / тыс. км <sup>2</sup> )
2	Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты (млн. м <sup>3</sup> / тыс. чел.)
3	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников (т / чел.)
4	Густота автомобильных дорог с твердым покрытием (км / 1000 кв.км)
5	Густота железнодорожных путей (км / 10000 кв.км)
6	Коэффициенты младенческой смертности (число детей, умерших в возрасте до 1 года, на 1000 родившихся живыми)
7	Заболеваемость на 1000 человек населения (зарегистрировано заболеваний у больных с диагнозом, установленным впервые в жизни)
8	Численность населения на одного врача (на конец года; человек)
«Улучшающие» показатели	
9	Общие коэффициенты рождаемости (число родившихся на 1000 человек населения)
10	Лесовосстановление (% от лесной площади)
11	Производство электроэнергии (тыс. кВт-час / чел.)
12	Валовый региональный продукт на душу населения, отнесенный к величине прожиточного минимума

Отметим, что за указанный период наблюдается увеличение заболеваемости населения при «официальном» уменьшении загрязнения воздуха и воды. В силу социально-демографических причин и политических решений (Национальный проект «Здоровье» – программа по повышению качества медицинской помощи,



**Рис. 1.** Корреляционные связи между показателями; сплошная линия – прямая связь, пунктирная – обратная; номера показателей см. таблицу

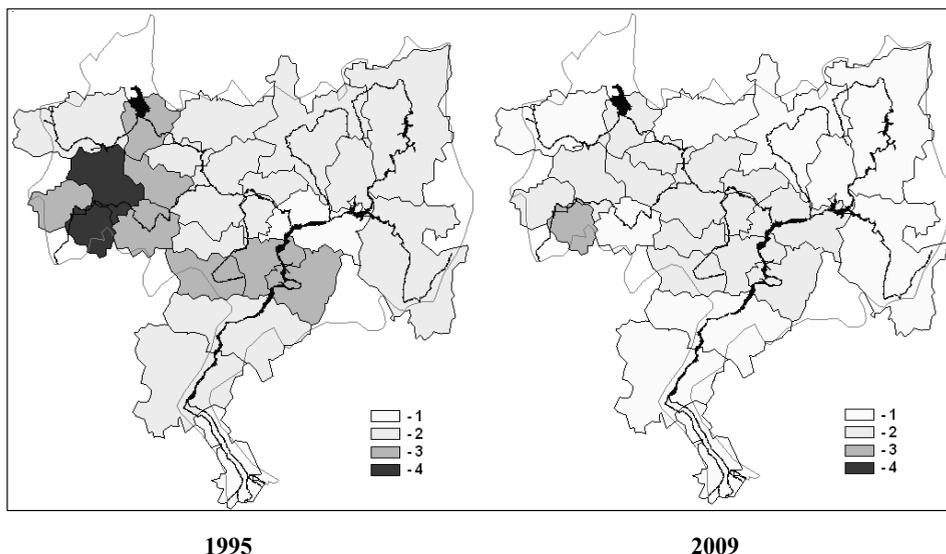
объявленная Президентом Российской Федерации В. В. Путиным и стартовавшая 1 января 2006 г.) коэффициент рождаемости увеличился, а младенческая смертность уменьшилась.

Проведен корреляционный анализ для определения связи между показателями (рис. 1). Если бы был найден показатель, достоверно коррелирующий со всеми, то его можно было бы использовать как инди-

## ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА REGION ДЛЯ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЙ

катор. В данном случае такой показатель отсутствует, и зависимости от 1995 г. к 2009 г. изменились (оставляем за «бортом» обсуждение о возможных косвенных и «ложных» корреляциях, которые наверняка присутствуют в данном примере).

Результаты проведенной оценки представлены на рис. 2, из которых следует, что в рамках выбранных социо-эколого-экономических показателей произошло заметное улучшение состояния территории Волжского бассейна. За 15 лет «исчезла» наихудшая по состоянию старопромышленная зона (Московская и Тульская области) и в 3-й разряд («умеренно плохая») попадает лишь Тульская область.



**Рис. 2.** Оценка состояния территории Волжского бассейна по 12 показателям (1 – наилучшая, 4 – наихудшая)

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученная социо-эколого-экономическая оценка состояния территории Волжского бассейна демонстрирует еще одну из возможностей системы REGION для построения комплексного показателя, который может быть использован для количественной характеристики устойчивого развития.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда «Волжские земли в истории и культуре России» (проект № 12-12-63005), Программы грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (проект № НШ-3018.2012.4), Российского фонда фундаментальных исследований РФФИ-Поволжье (проект № 13-04-97004), Программ фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития» и ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий».*

Н. В. Костина

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Костина Н. В.* REGION : экспертная система управления биоресурсами. Тольятти : Изд-во Самар. науч. центра РАН, 2005. 132 с.

*Костина Н. В., Розенберг Г. С., Шитиков В. К.* Экспертная эколого-информационная система REGION для бассейна крупной реки // Информационные ресурсы России. 2010. № 4. С. 7 – 13.

*Розенберг Г. С.* Волжский бассейн : на пути к устойчивому развитию. Тольятти : Кас-сандра, 2009. 478 с.

*Розенберг Г. С., Лифиренко Н. Г., Костина Н. В., Лифиренко Д. В.* Определение влияния социо-эколого-экономических факторов на смертность от новообразований // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2009. Т. 11, № 1. С. 1182 – 1185.

УДК [574:504](282.247.41)

**ПРОГНОЗНАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ  
АНТРОПОГЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ  
НА ПЕРВИЧНУЮ БИОПРОДУКТИВНОСТЬ  
НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА**

**Р. С. Кузнецова**

*Институт экологии Волжского бассейна РАН  
Россия, 445003, Тольятти, Комзина, 10  
E-mail: razina-2202@rambler.ru*

Поступила в редакцию 18.05.12 г.

**Прогнозная модель влияния антропогенной составляющей на первичную биопродуктивность наземных экосистем Волжского бассейна.** – Кузнецова Р. С. – С использованием экологической информационной системы REGION построены прогнозы на 2030 г. с учетом антропогенной составляющей. При этом сделан вывод о том, что выбросы в атмосферу не оказывают существенного влияния на снижение продуктивности наземных экосистем.

*Ключевые слова:* экологическая информационная система, прогнозирование, антропогенная составляющая, изменение климата.

**A prognostic model of the anthropogenic component influence on the primary productivity of terrestrial ecosystems of the Volga basin.** – Kuznetsova R. S. – Prognoses have been made for 2030 with the use of the REGION environmental information system in view of the anthropogenic component. A conclusion is made of the emissions to the atmosphere having no significant impact on the reduction of productivity of terrestrial ecosystems.

*Key words:* environmental information system, forecasting, anthropogenic component, climate change.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Двадцать лет назад в Рио-де-Жанейро на Конференции ООН «Окружающая среда и развитие» была принята концепция о переходе в XXI столетии к стратегии устойчивого развития. Это явилось откликом мирового сообщества на массивный поток информации о деградации всех природных экосистем под непомерным антропогенным воздействием. Многие государства, в том числе и Россия, официально приняли программы перехода к устойчивому развитию, цель которого – в благополучии ныне живущих и будущих поколений на основе сохранения и обогащения природного и культурного наследия при использовании производственно-хозяйственных рычагов развития.

Там же была принята рамочная конвенция ООН по изменению климата, главной целью которой стало ограничение выбросов парниковых газов в атмосферу. Конвенция вступила в действие в 1994 г. В 1997 г. был принят Киотский протокол, который устанавливает количественные ограничения на объёмы выбросов парниковых газов промышленно развитыми государствами.

Изменение климата планеты является одним из наиболее динамичных природных процессов, который влияет на эволюцию биосферы и определяет ее будущее состояние. В последние десятилетия наблюдается увеличение среднепланетарной температуры воздуха (Коломыц, 2003). Ученые связывают столь глобальное явление с ростом концентрации парниковых газов в атмосфере в результате сжигания углеводородного топлива (угля, нефти, газа). Это не может не отражаться на показателях функционирования природной среды, в частности таком, как первичная биологическая продуктивность.

Первичная биологическая продуктивность представляет собой фундаментальное свойство биосферы, обеспечивает ее энергетические ресурсы и является важнейшим параметром функционирования экосистем. Она относится к показателям устойчивости среды, поскольку отражает способность экосистемы в минимальные сроки восстановить себя в случае антропогенных нарушений.

Наибольшей продуктивностью отличается травянистая и травяно-древесная растительность в условиях достаточного увлажнения и на плодородных почвах пойм и приозерных впадин, в тропиках и субтропиках (Базилевич, 1993; Базилевич, Родин, 1969). Продуктивность лесов выше, чем травянистой растительности, расположенной вне пойм, она снижается при переходе от тропических лесов к лесам умеренной, а затем бореальной зоны.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом нашего исследования является территория Волжского бассейна, которая охватывает более половины европейской части России. Обширность территории Волжского бассейна, охватывающая природные зоны от южной тайги до полупустыни, обуславливает большую пространственную неоднородность растительности. Почти половина из типов растительности европейской части страны представлены в Волжском бассейне.

Обширность региона определяет большие климатические различия. Климат Верхней и Средней Волги можно считать умеренно-континентальным с холодной зимой и умеренно теплым летом. На этой территории большее влияние оказывает западно-восточный перенос с преобладанием циклонической деятельности атлантических и арктических воздушных масс. Для Нижнего Поволжья характерны воздушные массы азиатского происхождения, переохлажденные зимой и перегретые летом. Соответственно климат здесь более континентальный.

Промышленность и сельское хозяйство в Волжском бассейне дают почти треть часть всей продукции России и, соответственно, пропорционально этому велика антропогенная нагрузка на регион. Все это делает регион Волжского бассейна одним из наиболее напряженных по экологической обстановке (Краснощеков, Розенберг, 1999; Найдено, 2003; Розенберг, 2009) и требует перехода к устойчивому развитию.

Для построения прогнозной модели использованы методы экспертной системы REGION. Основные принципы и концепция построения экологической информационной системы REGION (ЭИС REGION) подробно изложены в ряде работ (База эколого-экономических..., 1991; Розенберг и др., 1995; Розенберг, Красно-

## ПРОГНОЗНАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

щевых, 1996; Костина и др., 2003; Костина, 2005; Костина, Кузнецова, 2005; Шитиков и др., 2005). Эта система явилась одним из первых опытов комплексного анализа пространственно распределенной информации и объединяет в себе иерархию баз различного регионального уровня.

База данных ЭИС REGION включает пространственно распределенную информацию по 24 областям и автономным республикам Волжского бассейна, которые поделены на участки прямоугольной формы. В базу данных были введены гидроклиматические параметры, такие как средние температуры января и июля и суммы осадков холодного и теплого периодов, рассчитанные на базовый период (среднепогодные данные наблюдений гидрометеостанций и постов за 100 лет). Для всех участков рассчитывалось среднее значение показателя, который и считается принятым для каждой точки выделенного участка.

В качестве показателей антропогенной нагрузки послужили данные официальной статистики по валовому региональному продукту и суммарным выбросам в атмосферу загрязняющих веществ.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для построения прогнозной модели изменения первичной биологической продуктивности в условиях меняющегося климата и усиления антропогенного воздействия на экосистемы использован алгоритм множественной регрессии с исключением несущественных показателей по методу И. Я. Липы (1971). Полученная модель позволила построить прогноз изменения показателя первичной биопродуктивности в условиях меняющегося климата на 2010, 2030 и 2050 гг. В данной работе рассматривается прогноз изменения первичной биопродуктивности на 2030 г. с учетом антропогенной составляющей. В этом периоде ожидаются крайне неблагоприятные изменения климатических условий для многих экосистем, особенно в южной части рассматриваемой территории, где произойдет еще большая аридизация климата.

С использованием пространственно распределенной гидроклиматической информации базового периода, а также параметров антропогенного воздействия на территорию Волжского бассейна получена следующая модель:

$$Y = -2.18 + 0.11X_1 + 0.25X_2 + 0.02X_3 + 0.01X_4 - 0.01X_5 - 0.05X_6, \quad (1)$$

где  $X_1$  – температура января;  $X_2$  – температура июля;  $X_3$  – сумма осадков за холодный период;  $X_4$  – сумма осадков за теплый период;  $X_5$  – валовый региональный продукт;  $X_6$  – суммарные выбросы в атмосферу загрязняющих веществ.

Включенные в модель суммарные выбросы загрязняющих веществ состоят из оксида углерода, оксида азота, диоксида серы и др. Для расчетов в модели рассматриваются два варианта уровней загрязняющих веществ, на 20 и 50% превышающих уровень среднего показателя за 1995 – 2000 гг.

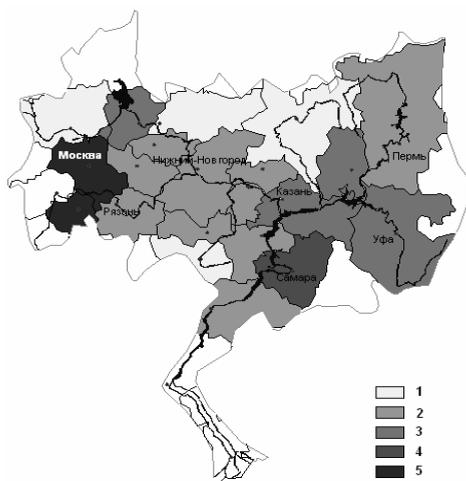
Другой антропогенный фактор – валовый региональный продукт, который принят в 2 раза превышающий уровень 2000 г. Он является обобщающим показателем развития регионов, измеряющим валовую добавленную стоимость и исчисляемый путем исключения из суммарной валовой продукции объемов ее промежу-

точного потребления, а, как известно, чем выше в регионе показатель валового продукта, тем выше уровень развития промышленности и сельского хозяйства и, следовательно, выше антропогенная нагрузка. По полученной модели видно, что эти показатели имеют отрицательное влияние на биопродуктивность.

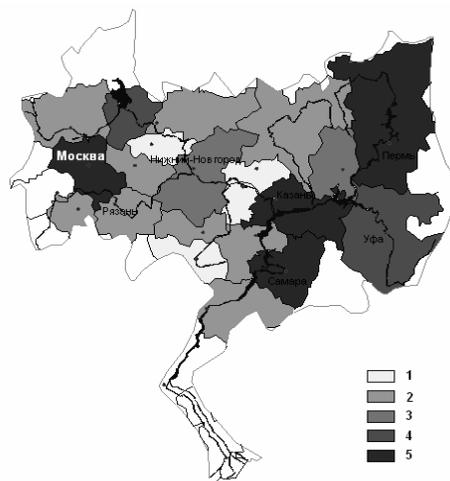
Самая высокая доля суммарных выбросов на территории Волжского бассейна приходится на Московскую и Тульскую области (рис. 1).

Суммарные выбросы в Московской области достигают до 50 т/км<sup>2</sup>, основная их доля приходится на предприятия химической и нефтехимической промышленности, теплоэнергетику, на машиностроительную и металлургическую промышленность и автотранспорт. В Тульской области основная доля выбросов приходится на развитую в регионе химическую промышленность, производство черных и цветных металлов, машиностроение и целлюлозно-бумажную промышленность. Высока доля выбросов в Самарской области как одном из наиболее развитых регионов, где сосредоточено множество предприятий химической, нефтехимической и машиностроительной промышленности.

Самый высокий уровень валового регионального продукта на территории Волжского бассейна наблюдается в Московской области, Республике Татарстан, в Самарской и Пермской областях (рис. 2). Удельный вес в валовом региональном продукте в общероссийских экономических показателях 2000 г. Московской области составляет 3.9%, Татарстана – 3.0%, Самарской области – 2.9%.



**Рис. 1.** Суммарные выбросы загрязняющих веществ (средние значения 1995 – 2000 гг.) по административно-территориальным единицам Волжского бассейна, т/км<sup>2</sup>: 1 – до 5, 2 – 5 – 10; 3 – 10 – 15, 4 – 15 – 20, 5 – 20 и более



**Рис. 2.** Валовый региональный продукт (2000 г.) по административно-территориальным единицам Волжского бассейна, млн руб. / чел.: 1 – <15, 2 – 15 – 20, 3 – 20 – 25, 4 – 25 – 30, 5 – >30

По модели, где рассматривается сценарий с увеличением валового регионального продукта в 2 раза, наблюдается некоторое снижение уровня биопродуктивно-

## ПРОГНОЗНАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

сти (рис. 3). Причем, в наиболее промышленно развитых регионах и наблюдается снижение уровня продуктивности экосистем. Так, в вышеобозначенных регионах с высоким уровнем валового продукта, таких как Московская, Самарская, Пермская области и Республика Татарстан, биопродуктивность снижается в среднем на 0.5 – 0.6 т/га в год, в то время как в регионах с низким уровнем развития промышленности, например, в Ивановской и Пензенской областях – на 0.1 – 0.2 т/га в год. А в среднем по всему Волжскому бассейну – на 0.3 т/га год.

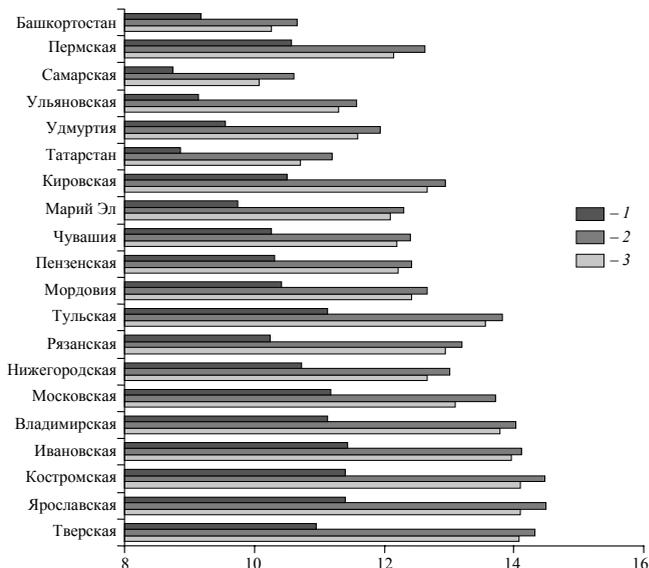
При рассмотрении сценария с увеличением суммарных выбросов в атмосферу на 20.0% уровень биопродуктивности практически не меняется. В связи с этим можно предположить, что растительные экосистемы, включая свои регулятивные свойства, более или менее справляются с выбросами в атмосферу.

По рассматриваемому сценарию, где суммарные выбросы загрязняющих веществ увеличиваются на 50%, наблюдается снижение уровня биопродуктивности на 0.1 т/га в год по всей территории бассейна равномерно (рис. 4).

Если рассматривать, как изменится биопродуктивность в разрезе административного деления Волжского бассейна, то больше всего увеличится уровень продуктивности в Тверской, Ярославской, Костромской и Рязанской областях. Почти все эти регионы находятся в зоне южной тайги, где предполагается в данном периоде наибольший рост продуктивности.

Меньший рост продуктивности в результате изменения климата ожидается в Самарской области и в Башкортостане. Обе территории находятся в зоне лесостепи и северной степи, где на этот период прогнозируется наименьший рост продуктивности.

Учитывая антропогенную составляющую, больше всего пострадают экосистемы опять же Самарской области и Башкортостана. Повышение продуктивности здесь предполагается на 1.2 и 1.0 т/га в год соответственно. Существенно умень-

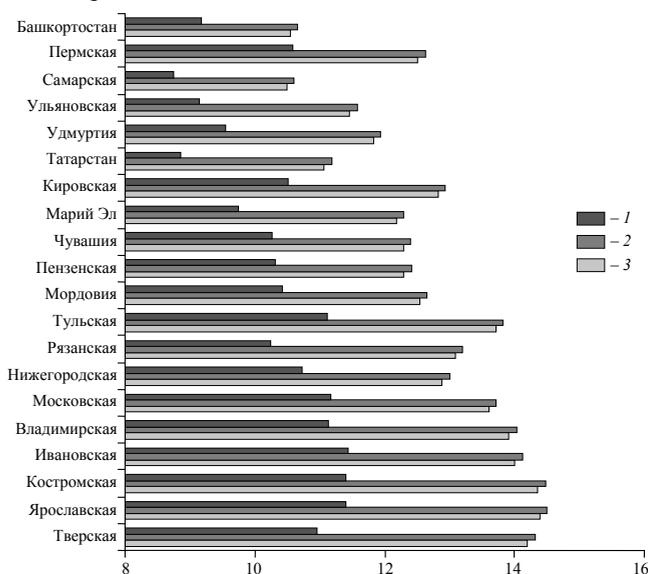


**Рис. 3.** Изменение уровня первичной биологической продуктивности наземных экосистем Волжского бассейна на 2030 г. по административно-территориальным единицам, т/га в год: 1 – первичная биопродуктивность базового периода, 2 – прогноз на 2030 г., 3 – прогноз на 2030 г. при увеличении валового регионального продукта в 2 раза

пится продуктивность за счет антропогенной составляющей и в таких экономически развитых регионах, как Московская и Пермская области и Республика Татарстан.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по результатам прогнозной модели на 2030 г., построенной с учетом антропогенной составляющей, можно сделать вывод, что выбросы в атмосферу не



оказывают существенного влияния на снижение продуктивности наземных экосистем. По крайней мере, модель, рассматривающая региональный уровень, не выявила сильного отрицательного воздействия. Более существенное влияние на снижение продуктивности наземных экосистем оказывает уровень экономического развития региона. Это говорит о том, что для устойчивого развития столь крупного региона, как Волжский бассейн, должна быть сбалансированная и согласованная политика между ее административными единицами в области природопользования.

**Рис. 4.** Изменение уровня первичной биопродуктивности Волжского бассейна на 2030 г. по административно-территориальным единицам, т/га в год: 1 – первичная биопродуктивность базового периода, 2 – прогноз на 2030 г., 3 – прогноз на 2030 г. с учетом увеличения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на 50%

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда «Волжские земли в истории и культуре России» (проект № 12-12-63005), Программы грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (проект № НШ-3018.2012.4), Российского фонда фундаментальных исследований РФФИ-Поволжье (проект № 13-04-97004), Программ фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития» и ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий».*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

База эколого-экономических данных крупного региона : метод. пособие / Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. Тольятти, 1991. 62 с.

## ПРОГНОЗНАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

*Базилевич Н. И.* Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М. : Наука, 1993. 293 с.

*Базилевич Н. И., Родин Л. Е.* Географические закономерности продуктивности и круговорота химических элементов в основных типах растительности Земли // Общие теоретические проблемы биологической продуктивности. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1969. С. 24 – 32.

*Коломыц Э. Г.* Региональная модель глобальных изменений природной среды. М. : Наука, 2003. 371 с.

*Костина Н. В.* REGION: Экспертная система состояния и управления биоресурсами / под ред. Г. С. Розенберга. Тольятти : Изд-во Самар. науч. центра РАН, 2005. 132 с.

*Костина Н. В., Кузнецова Р. С.* Некоторые подходы к оценке экологического состояния территории // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2005. Т. 2., спец. вып. «ELPIT-2005». С. 265 – 268.

*Костина Н. В., Розенберг Г. С., Шитиков В. К.* Экспертная система экологического состояния бассейна крупной реки // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2003. Т. 5, № 2. С. 287 – 294.

*Краснощечков Г. П., Розенберг Г. С.* Естественно-исторические аспекты формирования территории Волжского бассейна // Изв. Самар. науч. центра РАН. 1999. Т. 1, № 1. С. 108 – 117.

*Лиена И. Я.* Показатель удельного влияния факторов воздействия // Учён. зап. Латв. ун-та. Рига, 1971. С. 36 – 40.

*Найденко В. В.* Великая Волга на рубеже тысячелетий. От экологического кризиса к устойчивому развитию : в 2 т. Н. Новгород : Промгафика, 2003. Т. I. 432 с.; Т. II. 368 с.

*Розенберг Г. С.* Волжский бассейн : на пути к устойчивому развитию. Тольятти : Касандра, 2009. 478 с.

*Розенберг Г. С., Краснощечков Г. П.* Волжский бассейн : экологическая ситуация и пути рационального природопользования / Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. Тольятти, 1996. 249 с.

*Розенберг Г. С., Краснощечков Г. П., Шитиков В. К.* К созданию пространственно-распределенной базы эколого-экономических данных бассейна крупной реки (на примере Волжского бассейна) // Вопросы экологии и охраны природы в лесостепной и степной зонах : межвед. сб. науч. тр. Самара : Изд-во «Самарский университет», 1995. С. 8 – 15.

*Шитиков В. К., Костина Н. В., Кузнецова Р. С.* Методы построения синтетических показателей для экологического картографирования территории // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2005. Спец. вып. «Актуальные проблемы экологии». С. 74 – 83.

УДК 504:338.32.053.2

## РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ПАРАДИГМЕ УПРАВЛЕНИЯ

А. М. Ольшанский<sup>1</sup>, И. П. Шиманчик<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Сибирская академия финансов и банковского дела  
Россия, 630051, Новосибирск, Ползунова, 7  
E-mail: lexolshans@gmail.com

<sup>2</sup> Институт экологии Волжского бассейна РАН  
Россия, 445003, Тольятти, Комзина, 10  
E-mail: geoid76@mail.ru

Поступила в редакцию 18.05.12 г.

**Развитие эколого-экономических систем в парадигме управления.** – Ольшанский А. М., Шиманчик И. П. – Предложена структурная схема и подходы к построению математической модели экологической и преобразующей подсистем эколого-экономической системы с учетом особенностей ее поведения и дальнейших управленческих воздействий.

*Ключевые слова:* эколого-экономическая система, управление.

**Development of ecological-economical systems within a control paradigm.** – Olshansky A. M. and Shimanchik I. P. – A structural scheme and approaches to constructing a mathematical model of the ecological and transformation subsystems of an ecological-economical system in view of features of its behavior and further control impacts are given.

*Key words:* ecological-economical system, management.

Развитие экономики в современную эпоху по-прежнему осуществляется главным образом в направлении дальнейшей эскалации нагрузок на окружающую среду при появлении качественно новых рисков и угроз. Продолжается увеличение интенсивности потребления природных ресурсов, и на этом фоне проводимые мероприятия по ресурсосбережению не создают значительного эффекта. Кроме того, сама модернизация промышленно-производственных, аграрных и транспортных систем с учетом экологических императивов приводит к росту трудоемкости и наукоемкости продукции, что требует от бизнеса нести дополнительные затраты, компенсировать которые бизнес (при сохранении текущего уровня рентабельности активов) старается через увеличение масштаба деятельности, что создает дополнительную нагрузку на системы. В этой связи актуальным представляется требование о принятии сбалансированного решения между текущим потреблением и сохранением окружающей среды для будущих поколений, об экологической ответственности и разумных ограничениях, устойчивом развитии.

Бесспорно, что такой подход в целом верен, но хочется заметить, что в рамках действующей сегодня *de facto* парадигмы противопоставления между природными компонентами системы и экономической системой, вне зависимости от вида и специфики последней, нельзя найти достойного компромисса в этом вопросе. Да и сами экологические требования и формулировки оказываются не вполне четкими.

Например, понятие «устойчивое развитие», применяемое к эколого-экономическим системам, не имеет строгого определения (Розенберг, 2009). Как известно, можно выделить два вида устойчивости: *устойчивость резистентную* – способность системы выдерживать разовое воздействие определенной интенсивности, и *устойчивость упругую* – способность экологической системы к релаксации (Куприянова, 1983; Гашев, 2000, 2001; Коновалов, 2000). Характер математических моделей как одного, так и другого процесса принципиально различен. Уже здесь возникает вопрос, какой из типов развития считать устойчивым. Кроме того, стоит упомянуть о противоположных значениях термина «устойчивость» в смысле собственно математическом (Краснощечков, Розенберг, 1992) и в экологическом («устойчиво вымирающая популяция», например, математически всех очень устраивает).

Говорить о поддерживаемом развитии, переводимом иногда как «sustainable development», также некорректно, так как границы этой поддержки четко не задаются (Розенберг, 2009). До сих пор существуют расхождения о силе влияния антропогенных факторов, например, того же углекислого газа. Следовательно, вопрос интенсивности, на которой необходимо фиксировать степень использования ресурсов, также остается открытым.

В таких условиях становится ясным, что исследования сложных систем в существующей парадигме не приведут к прорывным результатам, но рискуют со временем дискредитировать сам смысл комплексных исследований. Для того чтобы добиться реальных действий в пользу экологических компонентов исследуемых систем, необходимо осуществить смену парадигмы исследования, перейдя от парадигмы противопоставления антропогенных систем и природных систем в рамках модели эколого-экономической системы к парадигме согласованного управляемого развития при наличии определенных ограничений на управление.

Одним из первых мысли о необходимости исследования эколого-экономических систем были высказаны В. Н. Сукачевым и поддержаны В. Б. Сочавой (Сочава, 1952). Научная база для проведения таких исследований сейчас находится в процессе развития и связана она с появлением и бурными скачками в методах теории управления и искусственного интеллекта (Назаров, Лоскутов, 2003; Пантелеев, Бортакровский, 2003; Сирота, 2006). Переход к управленческой парадигме позволит конкретизировать ответы на вопросы, поставленные человеком (конечным пользователем) перед социально-экономической системой с позиции многокритериального управления по выбранным критериям оптимальности.

Несмотря на различные трактовки категории «оптимальность управления» экологической или эколого-экономической системой в части того, какое именно состояние считать оптимальным, с помощью критериев оптимальности можно более четко формулировать требования к нашей системе, нежели сегодня, при использовании определенных задаваемых внешне величин и норм. Также переход к управленческой парадигме позволит существенно изменить принципы нормирования качества окружающей среды, сделав значения ПДК/ПДВ/ПДУ ближе к реальной скорости протекания процессов в каждой экосистеме, и, в идеале, перейти к политике дифференцированного установления качества окружающей природной среды.

В пользу предлагаемой парадигмы говорит тот факт, что существуют классические *жесткие* и *мягкие* математические модели экологических систем и процессов, начиная от Дж. Форрестера и заканчивая, например, академиком В. И. Арнольдом, которые показывают необходимость введения в систему природопользования отрицательных обратных связей. Поэтому в качестве основного объекта исследования в данной статье выбирается математическая модель единой (единство с позиции общего контура управления) системы, в которой отдается приоритет природной подсистеме, обобщенно именуемой ландшафтом, испытывающим на себе воздействие в результате деятельности человека по преобразованию эколого-экономической системы.

Цель статьи – построить структурную схему и математическую модель экологической и преобразующей подсистем эколого-экономической системы, определить основные особенности поведения такой системы для дальнейших действий. Под дальнейшими действиями, которые являются самостоятельными задачами, можно считать:

- оценку наблюдаемости и управляемости подсистем и системы в целом;
- исследование условий устойчивости данной эколого-экономической системы в целом и ее компонентов;
- синтез управлений экономической и экологической частями системы и системой в целом по заданным критериям.

Общая идеология исследований такова, что нагрузка на систему, которую оказывает общество на экологические компоненты, определяется во многом *рыночным спросом*, который, для целей настоящей статьи, не разделяется на компоненты, а рассматривается как обобщенная величина, некоторый *совокупный спрос*. От объема совокупного спроса зависит процесс производства продукции (совокупное предложение), следовательно, и динамика воздействия на окружающую среду. *Произведенная продукция* с учетом инфляционных и индуцированных экономических факторов реализуется, создавая валовой внутренний продукт (great domestic product), часть которого направляется на сохранение окружающей среды, а часть – возвращается в виде совокупного спроса. Предлагаемая структурная схема может быть применена к оценке эколого-экономической системы территории любой размерности.

Эта структурная схема эколого-экономической системы состоит из двух соединенных контуров управления, первый из которых описывает поведение экономической подсистемы, а второй – ландшафтной (рис. 1).

Экономическая подсистема задается с учетом следующих положений.

П1. Спрос в экономической системе является функцией от дохода населения, т. е.

$$D(t,R) = f(t,R(t)). \quad (1)$$

П2. Предложение реагирует на спрос с определенным лагом, или

$$S(t,D) = f(t,D(t - \tau)), \quad (2)$$

где  $\tau$  – время запаздывания реакции предложения на изменение спроса, определяемое технологическим укладом экономики.

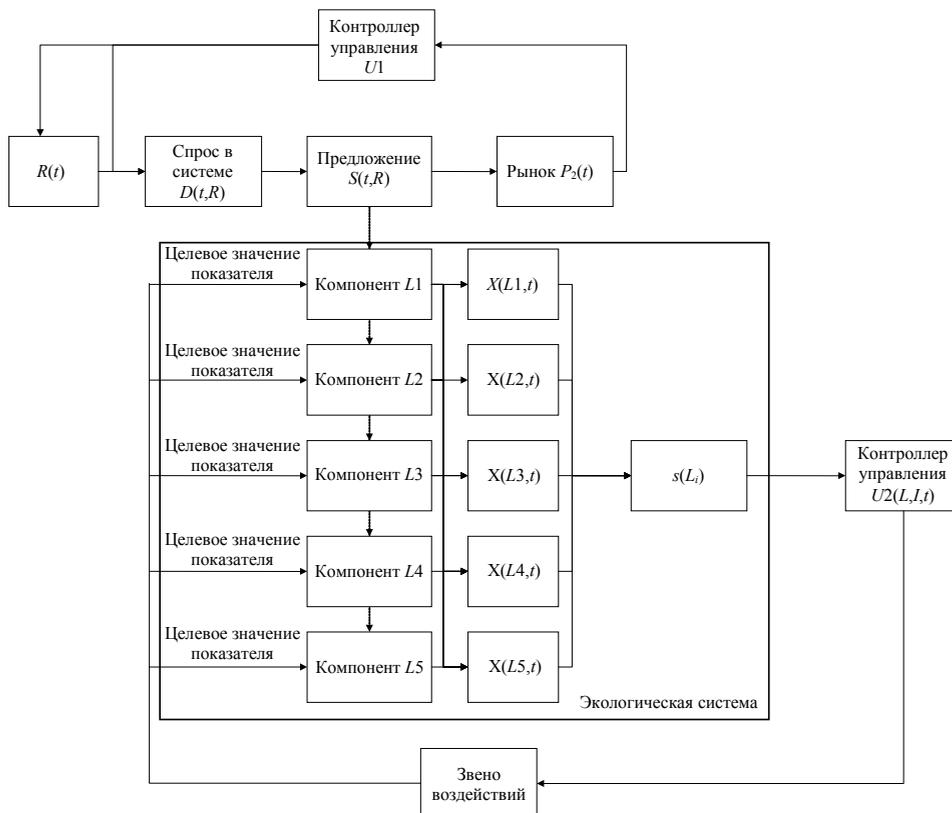


Рис. 1. Принципиальная схема эколого-экономической системы

ПЗ. Предложение реализуется на рынке, причем по некоторой цене  $P_2(\cdot)$ , изменяющейся во времени. Образованный результат укрупненно считается совокупным валовым внутренним продуктом, который распределяется на различные нужды, в том числе на обеспечение экологической безопасности:

$$\begin{aligned} P_2(t) &= f(D(t), S(t)), \\ V(t, D) &= f(t, D(t), S(t), P_2(t)), \end{aligned} \quad (3)$$

где  $R(t)$  – величина совокупного дохода системы,  $D(t)$  – величина спроса в системе,  $S(t)$  – величина предложения в системе.

На каждый из приведенных в подсистеме блоков могут оказываться внешние воздействия. Реакция системы фиксируется и подается на контроллер управления

$U1$ , который и будет определять в итоге стратегии управления экономической подсистемой по заданным критериям.

Обобщенное представление ландшафта как второй части эколого-экономической системы базируется на существовании пяти взаимосвязанных традиционных компонентов ландшафта, в общем смысле обозначаемых на схеме через множества  $\{L1, \dots, L5\}$ . Каждый компонент ландшафта характеризуется набором параметров, вектор которых обозначен как  $X(L_i, t)$ . Предполагается полное взаимное влияние всех компонентов ландшафта друг на друга, однако для каждой конкретной задачи набор компонентов и связей между ними будет отличаться. Производственный блок (а также блок потребления) оказывает на все компоненты ландшафта определенное воздействие, что соответствует пунктирным стрелкам на рис. 1. Это воздействие «воспринимается» ландшафтом, «обрабатывается» (причем существует в каждом случае отдельная математическая модель реакции-отклика, находящаяся в рамках задачи «определение выхода системы по входу») и «подается» вместе с реакцией на блок-решатель, обозначенный на схеме как « $s(L)$ ». Этот блок оценивает степень критичности влияния и принимает решение о том, учитывать или нет сложившееся изменение в рамках сформулированной проблемы. Если согласно критериям пользователя требуется отыскать управление таким ландшафтом, то активизируется блок «Контроллер управления  $U2$ », определяющий конкретный закон управления. Этот закон управления преобразуется затем к множеству связанных между собой действий по преобразованию системной среды.

Следует отметить, что первоначально все подсистемы представлены как подсистемы с обратной связью. Отступление от этого правила может делаться только при наличии серьезных препятствий неустранимого характера.

Ценность предложенной схемы состоит и в том, что авторы могут поставить обратную задачу – задачу такого развития экономической подсистемы, при которой будут соблюдаться экологические ограничения и требования.

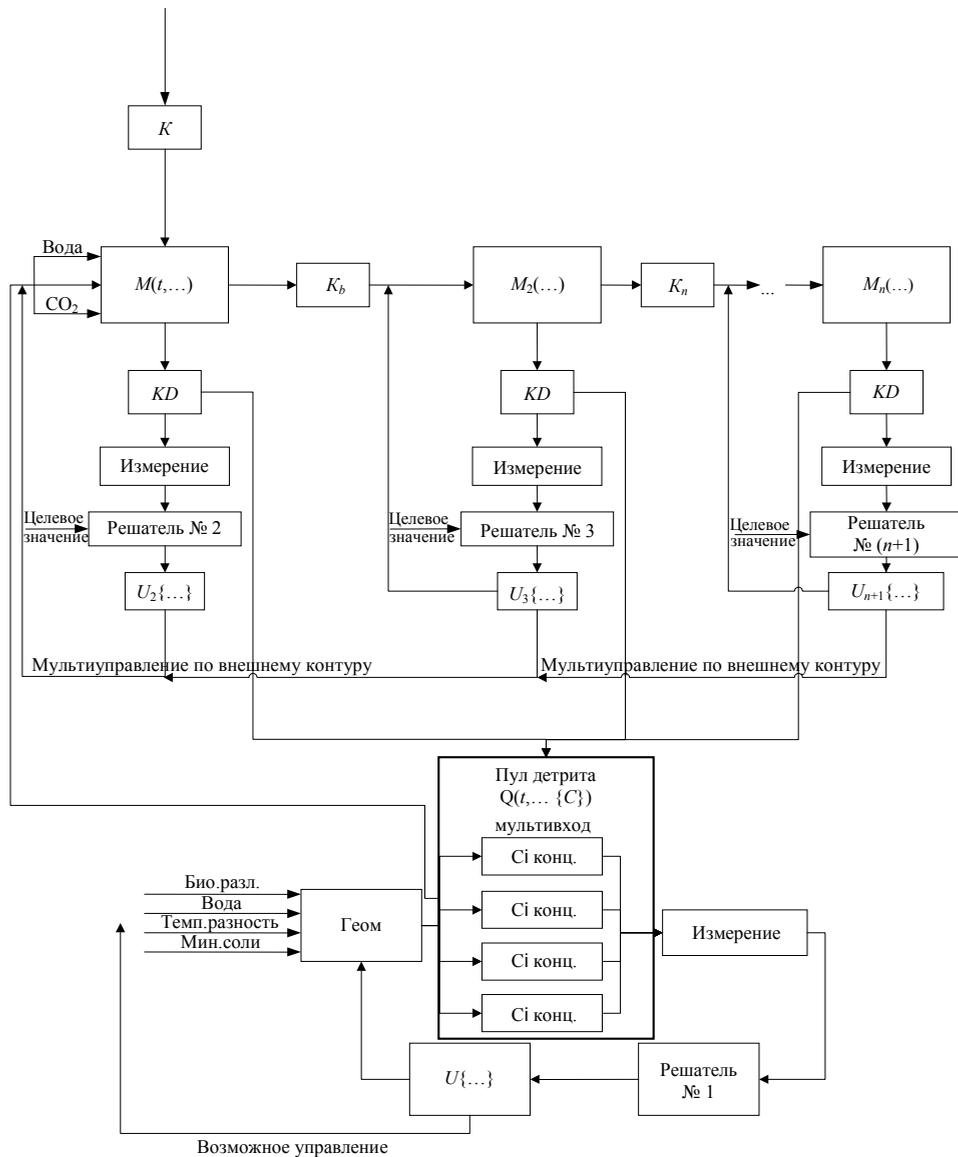
Авторами были изучены различные физико-географические концепции ландшафтов (Мильков, 1956; Солнцев, 1960; Исаченко, 1962, 1985; Федина, 1973). Ни одна из них не может быть переведена без ущерба на язык системного анализа и использована в качестве базиса для моделирования и решения поставленных задач при размышлении в парадигме управления. Тем не менее, развивая концепции А. Д. Арманда и Д. Л. Арманда, можно рассмотреть ландшафт как систему, состоящую из двух контуров, имеющих сложный характер.

Ландшафт можно представить как «своеобразную» систему управления (рис. 2). Термин «своеобразная» авторами взят в кавычки, чтобы избежать обвинений в механицизме и отделить от стереотипов управления техническими системами.

Система функционирует следующим образом: существуют два контура управления, объединенных между собой пулом детрита. Первый контур, включающий в себя собственно геом, педосферу и пул детрита, характеризующийся множеством  $\{C_i\}$  концентраций веществ и элементов. На этот контур действуют физические факторы, перечисленные на входе в геом. Измерение концентраций и их динамика подается на блок решателя, который, в зависимости от заложенных алгоритмов, принимает решение о том или ином типе управления. Характер решателей, пред-

## РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

ставленных на рис. 2, является сложной задачей, требующей самостоятельного решения. Здесь могут использоваться правила нечеткого вывода, генетические алгоритмы или нейронные сети, или конструкции из них и т. п.



**Рис. 2.** Принципиальная схема ландшафта как многоконтурной системы управления

Замысел этой части схемы заключается в том, что управление предлагается с обратной связью по состоянию системы, что приведет нас к задаче синтеза управления системой с множеством входов и выходов с полной обратной связью, возможно, что и с наличием элементов запаздывания.

Верхние контуры функционируют как упорядоченный полисистемный набор пищевых трофических контуров, на которые оказывает влияние солнечная радиация, фактор пула детрита и иные факторы, т. е. это есть объект с переменной структурой, обладающий  $m$  входами и одним выходом в первом слое, и одним входом и одним выходом в дальнейших слоях. Этот объект также используется для прогнозирования с учетом того, что каждая петля (слой) подчиняется закономерности передачи массы и энергии в цепях ( $K_b, \dots, K_n$ ).

Каждый уровень цепи  $M(\dots)$  «отчисляет» в пул детрита определенную долю своей продукции, обозначаемую через  $KD$ . Значение этого коэффициента, определяемого опытным путем, и есть индивидуальный параметр для ландшафта.

Управление, которое может рассчитываться и прогнозироваться, может иметь локальный характер и касаться конкретного слоя (петли; обозначено  $U_i\{\cdot\}$ ), либо быть управлением внешнего контура, объединяющим много факторов, т. е. это есть снова задача синтеза многокомпонентного управления с полной обратной связью для объекта с переменной структурой.

На рис. 2 не показаны, но в дальнейшем обязательно должны быть введены в модель внешние возмущения различных видов. В принципе, вопрос формальной записи функции возмущений не представляет существенной трудности.

Предлагаемая модель ландшафта может «работать» в режимах поиска оптимальных управлений по заданным критериям (если на вход каждой петли-слоя задавать целевое значение показателя биомассы  $M$ ) или как самонастраивающаяся система (если целевое значение задать как сегодняшнее значение, определяющее ненарушенный ландшафт). Также возможно построить *эталонную модель ландшафта*; тогда значения, снимаемые с этой эталонной модели, могут рассматриваться в качестве целевых. То есть мы получим самонастраивающуюся многослойную двухконтурную систему с  $n$  входами и  $m$  выходами, выступающую как объект управления с переменной структурой, управляемую через несколько источников, каждый из которых имеет свой собственный алгоритм управления.

Не будем забывать и о том, что у нашей системы есть еще и экономическая часть, управляя которой мы можем в реальности выстраивать согласованное развитие системы. При этом в перспективе можно разработать сложные сверточные критерии для постановки единого многокритериального управления эколого-экономической системой в целом. На первом этапе такая система может решаться как система управления с сосредоточенными параметрами и по мере продвижения по циклам и этапам алгоритмов переходить к решению аналогичной задачи в терминах систем управления с распределенными параметрами.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда «Волжские земли в истории и культуре России» (проект № 12-12-63005), Программы грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (проект № НШ-*

3018.2012.4), *Российского фонда фундаментальных исследований РФФИ-Поволжье (проект № 13-04-97004), Программ фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития» и ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий».*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Гашев С. Н.* Влияние антропогенных факторов на устойчивость сообществ наземных позвоночных животных среднетаежной зоны Западной Сибири // Проблемы взаимодействия человека и природной среды. Тюмень : Изд-во ИППО СО РАН, 2000. Вып. 1. С. 112 – 116.

*Гашев С. Н.* Упругая устойчивость экологических систем // Сиб. экол. журн. 2001. № 5. С. 635 – 650.

*Исаченко А. Г.* Основные принципы физико-географического районирования и вопросы построения таксономической системы единиц // Учен. зап. Ленингр. ун-та. Сер. геогр. 1962. Т. 317, вып. 8. С. 21 – 53.

*Исаченко А. Г.* Ландшафты СССР. Л. : Изд-во ЛГУ, 1985. 320 с.

*Коновалов А. А.* Общие черты развития экогеосистем // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Тюмень : Изд-во ИППО СО РАН, 2000. Вып. 1. С. 61 – 69.

*Краснощевков Г. П., Розенберг Г. С.* Принципы усложнения механизмов устойчивости экологических систем // Проблемы устойчивости биологических систем. М. : Наука, 1992. С. 40 – 51.

*Куприянова Т. П.* Обзор представлений об устойчивости физико-географических систем // Устойчивость геосистем. М. : Наука, 1983. С. 7 – 13.

*Мильков Ф. Н.* Физико-географический район и его содержание (на примере Русской равнины). М. : ГеоГИЗ, 1956. 221 с.

*Назаров А. В., Лоскутов А. И.* Нейросетевые алгоритмы прогнозирования и оптимизация систем. СПб. : Наука и техника, 2003. 384 с.

*Пантелеев А. В., Борताковский А. С.* Теория оптимального управления в примерах и задачах. М. : Высш. шк., 2003. 583 с.

*Розенберг Г. С.* Волжский бассейн: на пути к устойчивому развитию. Тольятти : Касандра, 2009. 478 с.

*Сирота А. А.* Компьютерное моделирование и оценка эффективности сложных систем. М. : Техносфера, 2006. 280 с.

*Солнцев Н. А.* История физико-географического районирования европейской части СССР // Физико-географическое районирование СССР. М. : Изд-во МГУ, 1960. С. 6 – 54.

*Сочава В. Б.* Основные положения геоботанического районирования // Бот. журн. 1952. Т. 37, № 3. С. 349 – 361.

*Федина А. Е.* Физико-географическое районирование / под ред. Н. А. Гвоздецкого. М. : Изд-во МГУ, 1973. 196 с.

УДК 628.312.5(470.341)

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА  
НА ОСНОВЕ ОБОБЩЕННОЙ ФУНКЦИИ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ**

**Д. Б. Гелашвили, М. С. Снегирева, Л. А. Солнцев, Н. И. Зазнобина**

*Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского  
Россия, 603950, Нижний Новгород, просп. Гагарина, 23  
E-mail: ecology@bio.unn.ru*

Поступила в редакцию 18.05.12 г.

**Экологическая характеристика Приволжского федерального округа на основе обобщенной функции желательности.** – Гелашвили Д. Б., Снегирева М. С., Солнцев Л. А., Зазнобина Н. И. – Верифицирован алгоритм применения обобщенной функции желательности, рассматриваемой как среднее геометрическое взвешенное, для сравнительного анализа объектов разного масштаба по показателям, имеющим различную размерность. Применение при расчете обобщенной функции желательности в качестве весовых коэффициентов классов опасности загрязняющих веществ позволило повысить степень дискриминации сравниваемых показателей. Полученный алгоритм применен для анализа экологической обстановки по показателям загрязнения объектов окружающей среды в субъектах Приволжского федерального округа в рамках концепции устойчивого развития.

*Ключевые слова:* устойчивое развитие, обобщенная функция желательности, оценка экологической ситуации, Приволжский федеральный округ.

**Ecological characteristics of the Volga (Privolzhsky) Federal District (Russian Federation) on the basis of generalized desirability function.** – Gelashvili D. B., Snegireva M. S., Soltsev L. A., and Zaznobina N. I. – An algorithm of application of the generalized desirability function considered as the geometric weighed average for comparative analysis of different-scale objects by indicators of various dimensions is verified. Its application for the calculation of the generalized desirability function as weight factors of pollutant danger classes allowed us to improve the discrimination degree of the indicators compared. Our algorithm has been applied to analysis of the environmental situation by pollution indicators of environmental objects in the regions of the Volga (Privolzhsky) Federal District within the concept of sustainable development.

*Key words:* sustainable development, generalized desirability function, assessment of ecological situation, Volga (Privolzhsky) Federal District.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Преодоление угрозы глобального экологического кризиса связано с разработкой двух основных направлений исследований – созданием теории социальной эволюции и предупреждением необратимых антропогенных изменений биосферы. На решение минимизации неблагоприятных последствий хозяйственной деятельности и стабилизацию состояния окружающей среды направлена концепция устойчивого развития (Краснощеков и др., 2011). Экологический реализм, предполагающий научное понимание характера и силы экологических воздействий хозяйственной деятельности человека на природную среду, требует гармонизации взаимоотношений общества и природы, и поэтому лозунгом переходного периода к квазиустойчивому развитию должен стать «Вместе с природой» (Розенберг и др., 1996). Особенно важ-

но при этом понимать, что «устойчивое развитие» не только цель, но и процесс. Таким образом, устойчивое развитие рассматривается как единое пространство, характеризующееся состоянием экономики, общества и природы.

Традиционное применение различных показателей, характеризующих устойчивое развитие, предусматривает их изолированный анализ, т. е. анализ по отдельности каждого показателя. Между тем эти показатели совершенно естественным образом группируются по основным сферам жизни общества, например, экономической, социальной и природно-ресурсной, хотя возможны и другие принципы группировки. Таким образом, актуальна разработка методов интегральных оценок совокупностей показателей по указанным сферам жизни общества.

В качестве интегрального показателя качества сточных вод может быть использована обобщенная функция желательности (ОФЖ) (Адлер и др., 1976), которая, в свою очередь, рассчитывается на основе частных функций желательности. Эффективность применения обобщенной функции желательности для решения задач прикладной экологии была продемонстрирована в ряде работ (Федоров и др., 1981; Булгаков, 2002; Королев и др., 2007; Гелашвили и др., 2009; Волжский бассейн. Устойчивое развитие..., 2011). Однако в этих работах отсутствовало содержательное экотоксикологическое толкование весовых коэффициентов, входящих в формулу ОФЖ, которое было устранено в нашей работе (Гелашвили и др., 2010) и апробировано на примере комплексной оценки сточных вод промышленных предприятий.

Целью настоящей статьи явилась верификация алгоритмов оценки экологической ситуации (с акцентом на загрязнение объектов окружающей среды) в разномасштабных социо-эколого-экономических системах Приволжского федерального округа (ПФО) с помощью интегрального агрегированного индикатора на основе ОФЖ, рассматриваемой как среднее геометрическое взвешенное, т. е. с учетом в качестве весовых коэффициентов классов опасности загрязняющих веществ. Исходными материалами послужили данные, представленные субъектами Федерации для подготовки информационной справки к заседанию в 2011 г. Совета при полномочном представителе Президента Российской Федерации в Приволжском федеральном округе по вопросу «О деятельности органов государственной власти регионов Приволжского федерального округа в сфере охраны окружающей среды» за период 2008 – 2010 гг.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Получаемые в процессе экологического мониторинга сведения часто бывают трудно сопоставимы между собой и не всегда удовлетворяют требованиям метрологии, статистической воспроизводимости и другим условиям, которые позволили бы обоснованно использовать для их анализа традиционные методы математической статистики.

Методологической основой решений поставленных задач могут служить элементы теории нечетких (размытых) множеств (fuzzy sets) и нечеткой логики (fuzzy logic), предложенные американским математиком Лотфи Али Заде и предназначенные для преодоления трудностей представления неточных понятий, анализа и

моделирования систем, в которых участвует человек (Заде, 1976). Такой подход является, по сути дела, альтернативой общепринятым количественным методам анализа систем и дает приближенные, но достаточно эффективные способы описания сложных и плохо определенных систем, не поддающихся точному математическому анализу, в том числе и в экологии (Воробейчик и др., 1984; Гелашвили и др., 2009, 2010; Шитиков и др., 2011). Для решения многокритериальных задач используются различные методы построения интегральных показателей, причем одним из наиболее удобных способов является функция желательности, которая может быть использована как функция принадлежности, рассматриваемая в теории нечетких множеств.

Функция желательности представляет собой способ перевода натуральных значений в единую безразмерную числовую шкалу с фиксированными границами и является математическим инструментарием для отображения количественных шкал в обобщенные шкалы критериев качества. При этом граничные значения функции соответствуют градациям «плохо – хорошо». Необходимость введения функций желательности часто определяется различной размерностью переменных, входящих в интегральный показатель, что не позволяет усреднять их непосредственно. Перевод же в единую для всех числовую шкалу снимает это затруднение и дает возможность объединять в единый показатель самые разные параметры. Конкретные способы реализации функции желательности могут быть весьма разнообразны: экспертные функции желательности, простые аналитические функции желательности, функция желательности Харрингтона и др. (Адлер и др., 1976).

В общем виде обобщенная функция желательности рассчитывается по формуле среднего геометрического взвешенного набора вещественных чисел  $(d_1 \dots d_n)$  с вещественными весами  $(\omega_1 \dots \omega_n)$  и определяется как

$$D = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i^{\omega_i}} = \sqrt[n]{d_1^{\omega_1} \cdot d_2^{\omega_2} \cdot d_3^{\omega_3} \dots d_n^{\omega_n}} = (d_1^{\omega_1} \cdot d_2^{\omega_2} \cdot d_3^{\omega_3} \dots d_n^{\omega_n})^{1/K}, \quad (1)$$

где  $d_i$  – частная функция желательности,  $n$  – число показателей,  $\omega$  – весовой коэффициент,  $K = \sum_{i=1}^n \omega_i$ . В том случае, если все веса равны между собой или  $\omega = 1$ , среднее геометрическое взвешенное равно среднему геометрическому.

Величина обобщенной функции желательности служит интегральной мерой отклонения состояния системы от нормы и определяется в интервале  $0 \div 1$ . Для идеально функционирующей системы величина  $D$  (ОФЖ) будет равна 1, и, соответственно, чем меньше значение  $D$ , тем хуже состояние системы. Введение в формулу (1) весового коэффициента  $\omega$  позволяет учитывать степень значимости каждого показателя в изменении состояния всего объекта при изменении этого показателя. Ошибка обобщенной функции желательности может быть рассчитана как стандартная ошибка средней геометрической (Гелашвили и др., 2011). Для вычисления частных функций желательности ( $d_i$ ) используют различные выражения (Воробейчик и др., 1984). Чтобы избежать «зануления» обобщенной функции желательности ( $D$ ), возникающего при использовании линейной нормировки по «минимуму» (Воробейчик и др., 1984) для эмпирического ряда переменных с фиксированными

значениями  $x_{\min}$  и  $x_{\max}$ , можно воспользоваться алгоритмом, основанном на свертке функций (Гелашвили и др., 2009, 2010). Для случая, когда увеличение натурального показателя ( $x_i$ ) является «желательным», вычисление частной функции желательности выполняется по формуле

$$d_i = \frac{2 \cdot (x_i \cdot x_{\max})}{x_i^2 + x_{\max}^2}. \quad (2)$$

В том случае, когда увеличение натурального показателя ( $x_i$ ) является «нежелательным», применяется формула

$$d_i = \frac{2 \cdot (x_i \cdot x_{\min})}{x_i^2 + x_{\min}^2}. \quad (3)$$

Очевидно, что частная функция желательности, вычисленная по формулам (2) и (3), так же, как и ОФЖ, определена на интервале  $[0,1]$ , но  $d_i = 0$  только при  $x_{\min}$  ( $x_{\max}$ ) = 0.

Введение в формулу (1) весового коэффициента  $\omega$  позволило учитывать степень опасности загрязняющего вещества, определяемую классом его опасности (Перечень..., 1999). Коэффициент  $\omega$  является величиной, обратной значению класса опасности вещества: для веществ 1-го класса опасности  $\omega = 1/1 = 1.0$ ; для веществ 2 – 4-го классов опасности, соответственно  $\omega = 0.5$ ; 0.33 и 0.25. Для показателей с неустановленными значениями класса опасности (взвешенные вещества, рН, БПК<sub>5</sub>, ХПК и др.) коэффициент  $\omega = 0.25$ .

Для обоснования значений ОФЖ целесообразно принять границы градаций функции желательности Харрингтона, которые позволяют дать приемлемую характеристику экологической ситуации (табл. 1; (Адлер и др., 1976)).

**Таблица 1**  
Градация экологической ситуации по значению функции желательности

Значения функции желательности	Характеристика экологической ситуации
1.00 ÷ 0.81	Очень хорошая
0.80 ÷ 0.63	Хорошая
0.62 ÷ 0.38	Удовлетворительная
0.37 ÷ 0.21	Плохая
0.20 ÷ 0.00	Очень плохая

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Высокий природно-ресурсный потенциал ПФО, развитые промышленность и сельское хозяйство создают значительную антропогенную нагрузку на природную среду. На округ приходится около 20% общероссийского объема выбросов вредных веществ от автомобильного транспорта, 13% выбросов от стационарных источников и 19% сброса загрязненных сточных вод. Традиционными проблемами экологической сферы регионов ПФО являются: высокий уровень загрязнения атмосферы и поверхностных водных объектов; сбор, хранение и утилизация отходов производства и потребления, а также наличие в округе большого количества объектов накопленного экологического ущерба.

*Атмосферный воздух.* В табл. 2 приведены исходные данные и результаты расчета частных и обобщенных функций желательности для оценки экологической

ситуации в регионах ПФО по загрязнению атмосферного воздуха, по которым построена ситуационная карта пространственной динамики экологического состояния атмосферного бассейна в Приволжском федеральном округе в 2010 г. (рис. 1). Как следует из приведенных данных, наиболее благополучная экологическая ситуация наблюдается в Мордовии, Чувашии, Ульяновской и Пензенской областях, тогда как в 6 из 14 регионов имеет место очень плохое экологическое состояние воздушного бассейна. Несмотря на то, что в Чувашии и Марий Эл 79 – 80% выбросов в атмосферу от стационарных источников не подвергаются очистке, интегральная оценка экологического состояния в данных регионах квалифицируется как удовлетворительная. Это объясняется компенсацией другими показателями, например, низкими значениями выбросов от автотранспорта и небольшими количествами выбросов токсичных поллютантов (2-го и 3-го классов опасности).

**Таблица 2**

Сравнительная характеристика натуральных показателей выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и частных функций желательности с учетом класса опасности для регионов ПФО в 2010 г.

Показатели	Значения	Регионы													
		Нижегородская обл.	Башкирия	Марий Эл	Мордовия	Татарстан	Удмуртия	Чувашия	Пермский край	Кировская обл.	Оренбургская обл.	Пензенская обл.	Самарская обл.	Саратовская обл.	Ульяновская обл.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Твердые вещества (4-й класс опасности)	тыс. т/год	8.50	18.67	6.12	3.32	14.90	6.91	1.62	16.95	22.53	40.16	2.50	21.78	8.46	4.78
	$d_i^{90}$	0.78	0.64	0.84	0.94	0.68	0.82	1.00	0.66	0.61	0.53	0.98	0.62	0.78	0.88
Диоксид серы (3-й класс опасности)	тыс. т/год	25.05	40.90	1.36	0.40	17.10	3.66	0.85	10.28	20.68	159.6	2.20	48.08	5.74	3.72
	$d_i^{90}$	0.32	0.27	0.81	1.00	0.36	0.60	0.92	0.43	0.34	0.17	0.71	0.26	0.52	0.60
Диоксид азота (2-й класс опасности)	тыс. т/год	34.22	44.38	6.46	8.25	38.80	12.96	6.36	45.35	38.43	32.61	5.20	29.39	8.31	4.87
	$d_i^{90}$	0.53	0.47	0.98	0.94	0.50	0.81	0.98	0.46	0.50	0.54	1.00	0.57	0.93	1.00
Оксид углерода (4-й класс опасности)	тыс. т/год	26.36	81.60	6.17	6.02	62.20	27.42	7.93	98.31	135.48	285.16	4.30	78.61	9.97	5.60
	$d_i^{90}$	0.75	0.57	0.98	0.99	0.61	0.74	0.96	0.54	0.50	0.42	1.00	0.57	0.92	0.99
Углеводороды (без ЛОС) (4-й класс опасности)	тыс. т/год	23.62	88.33	10.49	16.63	34.70	30.95	12.33	103.54	9.69	42.66	5.00	32.36	42.19	16.02
	$d_i^{90}$	0.80	0.58	0.94	0.86	0.73	0.75	0.91	0.56	0.95	0.69	1.00	0.74	0.70	0.87
ЛОС (3-й класс опасности)	тыс. т/год	36.94	108.58	1.31	1.71	92.30	18.29	1.95	57.09	20.53	55.34	2.80	95.70	13.12	3.54
	$d_i^{90}$	0.42	0.29	1.00	0.99	0.31	0.53	0.97	0.36	0.51	0.36	0.92	0.30	0.59	0.87
Прочие (4-й класс опасности)	тыс. т/год	1.37	5.15	0.75	0.50	4.55	0.84	0.37	2.48	8.17	0.97	0.50	2.54	1.16	0.23
	$d_i^{90}$	0.75	0.54	0.86	0.93	0.56	0.84	0.97	0.65	0.48	0.82	0.93	0.65	0.78	1.00
Уловлено и обезврежено (5-й класс)	тыс. т/год	256.24	51.63	10.25	450.21	328.90	18.14	13.65	1208.79	130.40	764.48	21.90	366.53	243.44	169.71
	$d_i^{90}$	0.83	0.61	0.44	0.92	0.87	0.50	0.47	1.00	0.73	0.98	0.51	0.89	0.83	0.77

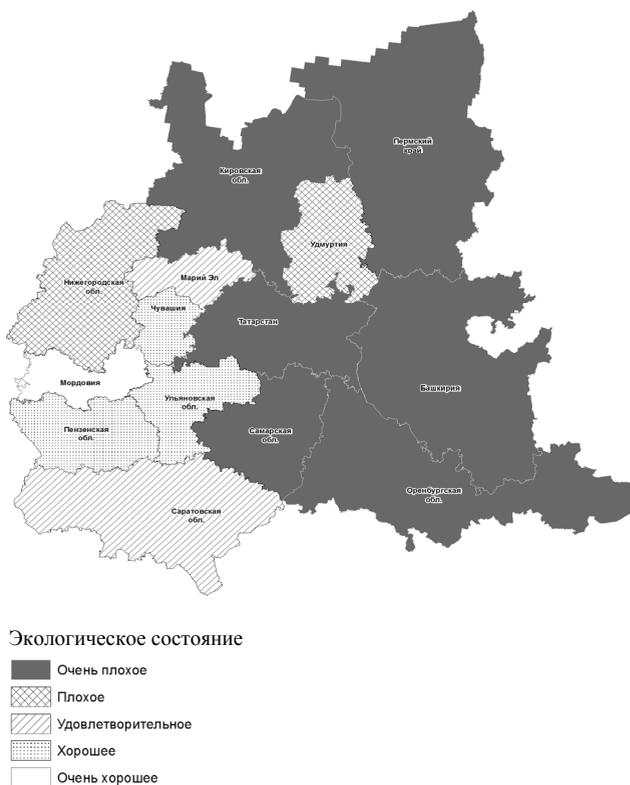
Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Выбросы автотранспорта (3-й класс опасности)	тыс. т/год $d_{i3}^{20}$	311.45	427.5	87.12	86.94	288.4	122.5	80.40	217.80	151.19	214.0	155.46	308.3	250.9	103.14
Обобщенная функция желательности	$D$	0.22	0.10	0.58	0.84	0.15	0.32	0.68	0.17	0.17	0.12	0.63	0.14	0.39	0.64

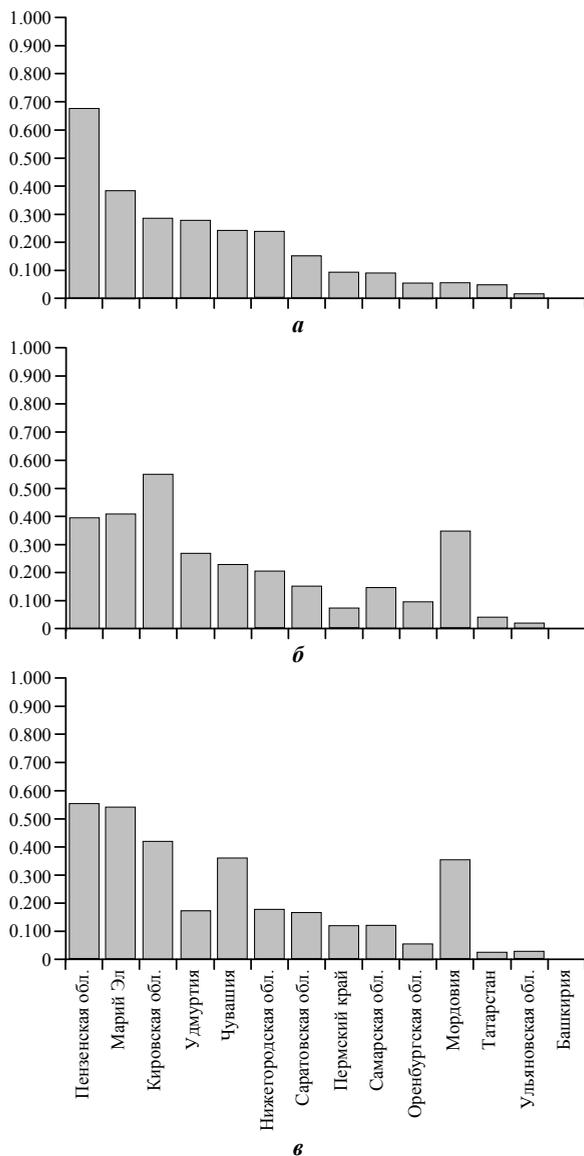
Что касается «лидеров» в загрязнении атмосферного воздуха, то по валовым оценкам государственной статистики в 2010 г. наибольшие объемы всех выбросов приходились на Оренбургскую область (831 тыс. т), Республику Башкортостан (721 тыс. т) и Самарскую область (617 тыс. т), что усугубляется и количественными показателями отдельных ингредиентов (см. табл. 1).

*Отходы производства и потребления.* В ПФО в 2010 г. было накоплено 2.65 млрд т отходов производства и потребления (в среднем 2.6 т на 1 км<sup>2</sup> площади). Наибольшее количество сосредоточено в Оренбургской области (43.5% от объема по округу), Пермском крае (28%) и Республике Башкортостан (24.2%). На рис. 2 в виде ранговых распределений приведены данные об изменении рейтинга субъектов Федерации ПФО в сфере обращения с отходами в 2008 – 2010 гг., оцененные с помощью обобщенной функции желательности с учетом весовых коэффициентов.

Для сравнительного анализа перестройки ранговых распределений был использован прием с фиксацией последовательности показателей, задаваемой вектор-строкой «эталонной» группы (2008 г.) и сохраняемой для всех последую-



**Рис. 1.** Пространственная динамика экологического состояния атмосферного бассейна в Приволжском федеральном округе в 2010 г., оцененная с помощью обобщенной функции желательности с учетом класса опасности загрязняющих веществ



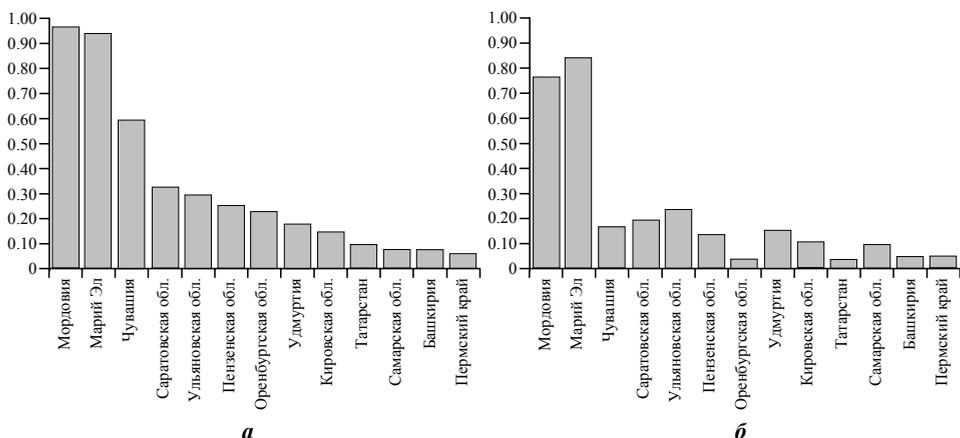
**Рис. 2.** Изменение рейтинга субъектов Федерации Приволжского федерального округа в сфере обращения с отходами в 2008 – 2010 гг., оцененное с помощью обобщенной функции желательности с учетом весовых коэффициентов: а – 2008 г., б – 2009 г., в – 2010 г.; по оси ординат – значения обобщенной функции желательности

щих годов сравнения. Хорошо видно, что в тройке лидеров прочно обосновались Пензенская область, Марий Эл и Кировская область. В 2009 – 2010 гг. к ним присоединились Мордовия и Чувашия. Анализ исходных данных показывает, что, в частности, в Республике Мордовии улучшение экологической ситуации объясняется низкими объемами в структуре отходов соединений 1-го класса опасности (чрезвычайно опасных веществ) и положительной динамикой в использовании и обезвреживании отходов.

*Сточные воды.* Водные объекты в ПФО в основном относятся к классу «загрязненные» и «грязные». Основной причиной неудовлетворительного состояния водных объектов в округе является сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод – до 85% от подлежащих очистке. Во всех регионах округа наблюдается тенденция к сокращению объемов сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты. Так, по сравнению с 2000 г. в Саратовской области снижение составило 80%, в Нижегородской, Самарской областях и Чувашии – до 40%. Однако причинами такого сокращения, в первую очередь, стало общее уменьшение водопотребления и водоотведения. По состоянию на 2010 г. резко ухудши-

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

лась экологическая ситуация в Чувашии (рис. 3), что связано с большим количеством соединений цинка (3-й класс опасности) в сточных водах.



**Рис. 3.** Изменение рейтинга субъектов Федерации Приволжского федерального округа по сбросу сточных вод в 2009 – 2010 гг., оцененное с помощью обобщенной функции желательности с учетом весовых коэффициентов: *а* – 2009 г., *б* – 2010 г.; по оси ординат – значения обобщенно функции желательности

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ для территорий разных природно-географических зон и уровней антропогенной нагрузки не противоречит логике их исторического развития. Применение функции желательности дает возможность корректного сравнения объектов разного масштаба по комплексным социо-эколого-экономическим показателям, имеющим различную размерность. Предлагаемые алгоритмы применения ОФЖ для комплексной оценки экологической ситуации позволяют «сжимать» объем исходной информации, оперировать с большими массивами данных, а также удовлетворяют требованиям адекватности, массовости, результативности и детерминированности. Введение весовых коэффициентов при расчете ОФЖ повышают степень дискриминации сравниваемых объектов в едином масштабе квалификационных оценок.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М. : Наука, 1976. 279 с.
- Булгаков Н. Г. Индикация состояния природных экосистем и нормирование факторов окружающей среды. Обзор существующих подходов // Успехи соврем. биол. 2002. Т. 122, № 2. С. 115 – 135.
- Волжский бассейн. Устойчивое развитие : опыт, проблемы, перспективы / под ред. Г. С. Розенберга / Ин-т устойчивого развития Обществ. палаты РФ; Центр экологической политики России. М., 2011. 104 с.

*Воробейчик Е. А., Садыков О. Ф., Фарафонов М. Г.* Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем. Екатеринбург : УИФ «Наука», 1984. 280 с.

*Гелашвили Д. Б., Лисовенко А. В., Зазнобина Н. И., Королев А. А.* Применение обобщенной функции желательности для оценки экологической обстановки на объектах разного масштаба : город, регион // Проблемы регион. экол. 2009. № 2. С. 83 – 87.

*Гелашвили Д. Б., Лисовенко А. В., Безруков М. Е.* Применение интегральных показателей на основе функции желательности для комплексной оценки качества сточных вод // Поволж. экол. журн. 2010. № 4. С. 343 – 351.

*Гелашвили Д. Б., Зазнобина Н. И., Лисовенко А. В., Безруков М. Е.* Количественные методы оценки состояния урбозкосистем // Экологический мониторинг. Методы биологического и физико-химического мониторинга : учеб. пособие : в 7 ч. / под ред. Д. Б. Гелашвили. Н. Новгород : Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2011. Ч. 4. С. 80 – 110.

*Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М. : Мир, 1976. 167 с.

*Королёв А. А., Розенберг Г. С., Гелашвили Д. Б., Панютин А. А., Иудин Д. И.* Экологическое зонирование территории Волжского бассейна по степени нагрузки сточными водами на основе бассейнового принципа (на примере Верхней Волги) // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2007. Т. 9, № 1. С. 265 – 269.

*Краснощеков Г. П., Розенберг Г. С., Гелашвили Д. Б., Томиловская Н. С.* Устойчивое, ноосферное и глобальное развития : сценарии и пути достижения // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2011. Т. 13, № 1. С. 9 – 15.

Перечень рыбохозяйственных нормативов : предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ на воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. М. : ВНИРО, 1999. 304 с.

*Розенберг Г. С., Гелашвили Д. Б., Краснощеков Г. П.* Крутые ступени перехода к устойчивому развитию // Вестн. РАН. 1996. Т. 66, № 5. С. 436 – 440.

*Федоров В. Д., Сахаров В. Б., Левич А. П.* Количественные подходы к проблеме оценки нормы и патологии экосистем // Человек и биосфера. М. : Изд-во МГУ, 1981. Вып. 6. С. 3 – 42.

*Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д.* Ординация пресноводных сообществ на основе анализа нечетких множеств // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2011. Т. 13, № 5. С. 19 – 25.

УДК [502.2:330.3](470.43)

## ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

**А. Г. Розенберг**

*Институт экологии Волжского бассейна РАН  
Россия, 445003, Тольятти, Комзина, 10  
E-mail: chicadivina@yandex.ru*

Поступила в редакцию 04.03.12 г.

**Оценки экосистемных услуг для территории Самарской области.** – Розенберг А. Г. – В статье обсуждается оценка экосистемных услуг для территории Самарской области по алгоритму Р. Костанцы. Построены регрессионные модели зависимости этой оценки от различных антропогенных факторов. На основании моделирования рассмотрены некоторые варианты управления оценками экосистемных услуг для создания большей инвестиционной привлекательности региона.

*Ключевые слова:* экосистемные услуги, Самарская область, прогнозирование, антропогенные факторы, управление.

**Evaluation of ecosystem services for the territory of Samara region.** – Rozenberg A. G. – The paper discusses our evaluation of ecosystem services in the Samara region according to Robert Costanza's algorithm. Regression models of the dependence of this estimate on various anthropogenic factors were built. Some management options of ecosystem services to promote higher investment appeals of the region are considered.

*Key words:* ecosystem services, Samara region, forecasting, anthropogenic factors, management.

### ВВЕДЕНИЕ

В последние два-три десятилетия в экономической науке сформировалось направление *экологической экономики*, согласно которому человечество в своем развитии должно жить не только по экономическим, но и по экологическим законам, уделяя значительное внимание природному капиталу, под которым понимается не только сырье, но и все минеральные, растительные и животные составляющие биосферы, способные приносить как выгоду (различные *экосистемные услуги*), так и убыток (природные и техногенные катастрофы). Возникает вопрос: какова эта выгода или убыток в реальных деньгах и как проводить расчеты? Именно поиску ответов на этот вопрос и была посвящена статья группы ученых под руководством профессора Роберта Костанцы (Costanza et al., 1997), которые одними из первых просчитали общую экономическую стоимость экосистемных услуг и природного капитала планеты Земля.

Отталкиваясь от убеждения, согласно которому охрана окружающей среды имеет не только моральную составляющую, но и материальную цену и люди должны платить за природное богатство нашей планеты, напрямую связанное с человеческим благосостоянием, авторы подсчитали стоимость практически каждого гектара земной поверхности. Отдавая себе отчет в сложности поставленной задачи («Некоторые утверждают, что оценка стоимости экосистем или невозможна

или неблагоразумна, и что мы не можем просчитать стоимость таких «нематериальных активов» как человеческая жизнь, красота природы или долгосрочные экологические выгоды» (Costanza et al., 1997, p. 255)). Р. Костанца и его соавторы предложили оригинальный метод подсчета, классифицировав биомы по 16 типами и выделив 17 основных экосистемных услуг. Ученые пришли к выводу, что средняя стоимость одного гектара пахотных угодий составляет \$92 в год, а тропического леса – \$2000 в год (см. также: Розенберг А., 2011). Общая стоимость биосферы в итоге составила 16 – 54 триллиона долларов США в год, а в среднем – 33 триллиона долларов США (в расчеты не была включена стоимость населенных территорий, ледников и пустыни).

После публикации статьи прошло 15 лет; идеи «экосистемных услуг» и «природного капитала» овладели умами экологов-экономистов запада, стали предметом изучения и у нас в стране (см., например: Бобылев, 2004; Тишков, 2004; Бартанова, 2007; Павлов, Букварева, 2007; Бобылев, Захаров, 2009; Замолодчиков, 2010; Кудинова и др., 2010; Волжский бассейн..., 2011; Зибарев и др., 2011; Интеграция экосистемных..., 2011; Экосистемные услуги..., 2012; Rozenberg, 2010).

### **Некоторые методические аспекты оценки экосистемных услуг**

В традиционной рыночной экономике стоимость определяется как выражение индивидуальных человеческих предпочтений (например, в случае товаров и услуг с краткосрочным воздействием (в частности, таких, как продукты питания), т. е. для товаров в рамках функционирующих рынков с хорошо поставленной информацией). Однако «экологические товары», по своей природе имеющие долгосрочный характер, обычно не участвуют в рыночной торговле (никто не владеет воздухом или водой), и информация относительно их вклада в благосостояние индивида практически отсутствует. Предпринимаются попытки путем анкетирования выяснить у людей их готовность заплатить за экологические товары, чтобы определить их стоимость в условиях гипотетических рынков. Например: «Сколько бы Вы заплатили за пользование парком, озером, водопадом?» Опыт такого опроса есть и в нашей стране (Рабинович, 1994). В начале 90-х гг. прошлого века вопрос был сформулирован следующим образом: «Каким процентом своего нынешнего благосостояния Вы готовы пожертвовать, чтобы предотвратить будущую экологическую катастрофу?» Ответы были следующими: если катастрофа ожидается через 20 лет, то половина респондентов готова платить 10% своих доходов; если через 50 лет, то готовы платить 25% опрошенных, а если катастрофа случится через 100 лет, то 40% респондентов вообще ничего не пожертвуют, а остальные – лишь 1% дохода или меньше. Анализируя этот материал, а также аналогичный опрос, проведенный службой ВЦИОМ (1992 г.), более широкого круга респондентов (экологическая катастрофа, предстоящая через 20 лет «собрала» менее 2% доходов ответивших респондентов, а озабоченность кризисом, отодвинутым на 50 лет, была так мала, что получила нулевое материальное выражение), С. Н. Бобылев (1994) пришел к выводу, что в России отношение граждан к экологическому долгу перед будущим находится на очень низком уровне. По его мнению, дело даже не в том, что экологические тревоги заслонены были тогда проблемами выживания, а, ско-

рее, в «моральной усталости» советских людей, долго и слишком много жертвовавших ради призрачного будущего.

В другом методе оценки экологических стоимостей используется биофизический (энергетический) подход (количество солнечной энергии требуемой, чтобы вырастить лес, может служить мерой его энергетической стоимости). Однако, согласно современным системологическим представлениям (Розенберг Г. и др., 1999), этот метод не подходит для анализа сложных параметров сложных систем, так как является аддитивным (балансовым). Использование понятия «безопасных минимальных стандартов (safe minimum standards)», предложенное некоторыми экономистами (Costanza et al., 1991; Crowards, 1998 и др.), кажется уместным в отношении защиты критических уровней природного капитала против его чрезмерного и непродуманного крупномасштабного преобразования в антропогенный капитал.

Самый простой способ оценки экосистемных услуг той или иной территории может быть сведен к определению её доли в общей площади Земли и, пропорционально, в \$33 трлн. Так, площадь Волжского бассейна (1.36 млн км<sup>2</sup>) составляет 0.2667% от площади поверхности Земли (510.072 млн км<sup>2</sup>); таким образом, стоимость «полного пакета» экосистемных услуг для Волжского бассейна примерно \$90 млрд; площадь Самарской области – 0.053 565 млн км<sup>2</sup> и, следовательно, пропорциональная стоимость экосистемных услуг для Самарской области – примерно \$3.5 млрд (заметим, что валовой региональный продукт Самарской области в 2010 г. составил 690 млрд руб. (\$23 – 25 млрд)).

Еще один способ оценки экосистемных услуг региона также опирается на работу Р. Костанцы с соавторами (Costanza et al., 1997, p. 256): можно использовать стоимость основных категорий таких услуг, свойственных территории (взять только 9 из 16 выделенных категорий, которые встречаются, например, для Самарской области; таблица) для каждой из 17 выделенных экосистемных услуг. Более детальное описание некоторых экосистем, их услуг и общих проблем оценки могут быть найдены в работе (Nature's Services..., 1997). Умножая эти стоимости на площади экосистем (см. таблицу) и суммируя их для данной территории, получаем общую оценку экосистемных услуг региона.

Авторы (Costanza et al., 1997) просчитали пределы стоимости для каждого параметра, представленного в таблице, и оценили весь диапазон годовой стоимости, как уже указывалось, в US\$16 – 54 триллионов. Они подчеркивают, что полученный результат все равно несколько занижен.

### **Результат оценки экосистемных услуг для территории Самарской области**

Информация о площади биомов, свойственных территории Самарской области, почерпнута нами из сборника «Самарский статистический ежегодник» (2010). Для некоторых из категорий использовались оценки (например, площадь дельты рек и пойм водных объектов, примерно, сопоставима с площадью их водного зеркала).

Результат расчетов представлен в последней строке таблицы (в 1994 \$ • 10<sup>6</sup>); сумма всех оценок по 17 экосистемным услугам дает для Самарской области вели-

чину \$2.1 млрд. Полученная выше «чисто пропорциональная» оценка с учетом аналогичных оценок пределов стоимости экосистемных услуг попадает в интервал \$1.7 – 5.2 млрд; в этот же интервал попадает и расчетная оценка стоимости экосистемных услуг для Самарской области.

Сводка данных по средней глобальной стоимости ежегодных экосистемных услуг

Биом	Площадь (10 <sup>6</sup> га)	Экосистемные услуги (1994 US\$ га <sup>-1</sup> год <sup>-1</sup> )																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Водный																			
Озера / реки	220	–	–	–	5.445	2.117	–	–	–	665	–	–	–	41	–	–	230	–	
Прибрежные экосистемы	20	–	–	88	–	–	–	–	3.677	–	–	–	38	8	93	4	–	82	62
Дельта	200	–	–	567	–	–	–	–	21.11	–	–	–	78	131	521	25	–	381	29
Наземный																			
Лес	757	–	141	2	2	3	96	10	361	87	–	2	–	43	138	16	66	2	–
Лугопастбищные угодья	888	7	0	–	3	–	29	1	–	87	25	23	–	–	–	0	2	–	–
Заболоченные территории	10	133	–	4.539	15	3.80	–	–	–	4.117	–	–	304	256	106	–	574	881	–
Поймы	250	265	–	7.240	30	7.60	–	–	–	1.659	–	–	439	47	49	–	491	1.761	–
Пахотные угодья	3015	–	–	–	–	–	–	–	–	–	14	24	–	54	–	–	–	–	–
Населенные территории	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Всего (\$ • 10 <sup>6</sup> )	5360	73.8	106.7	129.5	13.0	4.7	98.4	6.7	277.8	289.9	64.4	110.7	139.2	324.8	122.9	12.1	308.7	17.8	–

*Примечание.* 1 – регулирование газового состава атмосферы; 2 – регулирование климата; 3 – регулирование природных нарушений (защита от ураганов, борьба с наводнениями, последствиями засухи и пр.); 4 – регулирование круговорота воды; 5 – водоснабжение (аккумуляция и удержание воды); 6 – борьба с эрозией; 7 – почвообразование; 8 – круговорот питательных веществ; 9 – переработка отходов/водоочистка; 10 – опыление (обеспечение наличия опылителей для воспроизведения растительных популяций); 11 – биологическое (трофико-динамическое) регулирование популяций; 12 – рефугиумы (система особо охраняемых природных территорий); 13 – производство продуктов питания; 14 – сырье; 15 – генетические ресурсы (источники уникальных биологических материалов и продуктов); 16 – отдых; 17 – культурная деятельность. Затемненные ячейки отображают услуги, которые не оказываются или которыми можно пренебречь; прочерки указывают на отсутствие необходимой информации.

Можно предложить еще один подход к оценке отдельной услуги – привлекательности ландшафтов Самарской области, используемых для рекреационных целей (услуга 16). В среднем каждый житель нашей страны бывает в лесу примерно 52 ч/год (Розенберг Г., 2009, с. 284). Средняя заработная плата в стране оценивалась на начало 2009 г. в 75 руб./ч (12 тыс. руб./мес.). Если предположить, что лес «зарабатывает» за наше времяпровождение в нем так же, как и мы, то каждый житель должен «платить» примерно 3900 руб./г. Для Самарской области (сравнительно благополучной – средняя заработанная плата за 2010 г. составила 16.6 тыс. руб.) эта сумма на 38% больше (5350 руб./г.). Тогда ежегодные услуги от лесов Самарской области *только за счет рекреации* должны оцениваться в 17 млрд руб. (примерно, 2010 \$0.5 млрд). Если считать, что «побочное» использование лесов (сбор ягод, грибов, охота (Экономика сохранения..., 2002)) оценивается

в 20 – 30% от рекреации, то «рекреационная стоимость» использования лесов Волжского бассейна в ценах 2010 г. должна быть порядка \$0.6 – 0.7 млрд в год. Если использовать индекс потребительских цен (Consumer Price Index, CPI, 2012), то эта «рекреационная стоимость» в 1994 г. составляла бы порядка 0.41 – 0.47 млрд в год.

С другой стороны (см. таблицу), если учитывать только услуги 13 и 16 (без лугопастбищных и пахотных угодий, заболоченных территорий), то получаем оценку «рекреационной стоимости» экосистем порядка \$0.43 млрд в год. Легко убедиться, что эти две оценки сходны.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За последнее десятилетие платежи за различные виды экосистемных услуг стали одними из самых инновационных подходов к управлению ресурсами экосистем. В связи с ухудшением качества воды в 90-х гг. прошлого столетия, Агентство по охране окружающей среды США ввело требование о фильтрации всех поверхностных вод (если не удастся обеспечить снабжение населения чистой водой естественным образом). До 90% воды, потребляемой г. Нью-Йорком из водораздела Катскилл и Делавер в южных Аппалачах в юго-восточной части штата Нью-Йорк, попадает под это требование. Было подсчитано, что строительство фильтровальной станции потребует \$6 – 8 млрд и до \$0.5 млрд ежегодных затрат на обслуживание. Вместо строительства фильтрационной станции, городские власти г. Нью-Йорка создали программу, направляющую муниципальные платежи (\$1.5 млрд на 10 лет) землевладельцам на улучшение фермерских и лесных хозяйств, что сэкономило г. Нью-Йорк уже около \$5 млрд (Правила ЕЭК ООН..., 2006, с. 54).

Фактически компенсацию населению за сохранение биоразнообразия в акватории Белого моря провел премьер В. В. Путин в феврале 2009 г. (газ. «Известия», 27.02.2009), когда Правительство России выделило 48 млн руб. на три года на программу занятости для населения за отказ от охоты на беляка. Совершенно очевидно, что «поддержка экологических услуг Байкала, Камчатки, Алтае-Саянского региона, «лесных» районов и множества других важных для природы всей планеты мест предполагает минимальное вмешательство людей в экосистемы. Такие регионы являются экологическими донорами страны и всей планеты» (Бобылев, 2002).

Невозможно переоценить значение природного капитала и экосистемных услуг для устойчивого развития всего человечества. Р. Костанца и его коллеги полагают, что, просчитав стоимость каждого гектара земной поверхности, они смогут убедить человечество в том, что экосистемные услуги не бесплатны и природой необходимо дорожить. Что касается моральных аспектов защиты природы, то они должны учитываться параллельно с экономической стоимостью. В пользу этого утверждения приведем пояснения Б. Коммонера (1974, с. 32) к своему широко известному четвертому экологическому закону «*ничто не дается даром*»: «Глобальная экосистема представляет собой единое целое, в рамках которого ничего не может быть выиграно или потеряно и которое не может являться объектом всеоб-

щего улучшения: все, что было извлечено из нее человеческим трудом, должно быть возмещено. Платежа по этому векселю нельзя избежать: он может быть только отсрочен».

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда «Волжские земли в истории и культуре России» (проект № 12-12-63005), Программы грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (проект № НШ-3018.2012.4), Российского фонда фундаментальных исследований РФФИ-Поволжье (проект № 13-04-97004), Программ фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития» и ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий».*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Бартанова В. О.* Анализ рынка экологических товаров и услуг Байкальской природной территории // Региональная экономика: теория и практика. 2007. № 18 (57). С. 91 – 96.

*Бобылев С. Н.* Экологизация АПК и решение продовольственной проблемы // Экологическое оздоровление экономики. М. : Наука, 1994. С. 165 – 176.

*Бобылев С. Н.* Подмосковные пожары и Йоханнесбург (Экология крепнет экономическими законами) // Пожары в России [Электрон. ресурс]. 2002. URL: <http://www.inauka.ru/catalogue/article32421/print> (дата обращения: 11.03.2012).

*Бобылев С. Н.* Экосистемные услуги и эколого-экономический механизм их компенсации регионам // Аграрная Россия. 2004. № 4. С. 36 – 40.

*Бобылев С. Н., Захаров В. М.* Экосистемные услуги и экономика / Ин-т устойчивого развития Обществ. палаты РФ; Центр экол. политики России. М., 2009. 72 с.

Волжский бассейн. Устойчивое развитие : опыт, проблемы, перспективы / под ред. Г. С. Розенберга / Ин-т устойчивого развития Обществ. палаты РФ; Центр экол. политики России. М., 2011. 104 с.

*Замолодчиков Д. Г.* Подходы к организации национального рынка экосистемных услуг // Экономика экосистем и биоразнообразия : потенциал и перспективы стран Северной Евразии : материалы совещания «Проект ТЕЕВ – экономика экосистем и биоразнообразия: перспективы участия России и других стран ННГ» / Центр охраны дикой природы. М., 2010. С. 49 – 53.

*Зибарев С. С., Кудинова Г. Э., Розенберг А. Г.* Экосистемные услуги на территории Волжского бассейна. Предварительная оценка // Актуальные проблемы современного социально-экономического развития : тез. докладов VI Междунар. науч.-практ. конф. / Междунар. ин-т рынка. Самара, 2011. Вып. 6. С. 323 – 324.

Интеграция экосистемных услуг в экономику стран ННГ : материалы Междунар. конф. / Центр охраны дикой природы. М., 2011. URL: <http://savesteppe.org/ru/archives/2260> (дата обращения: 12.03.2012).

*Коммонер Б.* Замыкающийся круг. Природа, человек, технология. Л. : Гидрометеиздат, 1974. 280 с.

*Кудинова Г. Э., Розенберг А. Г., Зибарев С. С.* Некоторые подходы к формированию экосистемных услуг на территории Самарской области // Актуальные проблемы экологии и пути их решения : сб. докл. науч.-практ. конф. Самара : Изд-во Самар. науч. центра РАН, 2010. С. 148 – 153.

*Павлов Д. С., Букварева Е. Н.* Биоразнообразие, экосистемные функции и жизнеобеспечение человечества // Вестн. РАН. 2007. Т. 77, № 11. С. 974 – 986.

## ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ

Правила ЕЭК ООН, касающиеся платы за экосистемные услуги в контексте комплексного управления водными ресурсами / Европейская экономическая комиссия. Бонн, 2006. 76 с.

Экосистемные услуги – современные технологии // Экосистемные услуги / Ин-т проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН. М., 2012. URL: [http://www.sevin.ru/ecosys\\_services/](http://www.sevin.ru/ecosys_services/) (дата обращения: 03.03.2012).

*Рабинович Б. М.* Природопользование в рыночной экономике (вопросы теории и методологии) // Экологическое оздоровление экономики. М. : Наука, 1994. С. 46 – 57.

*Розенберг А. Г.* Комментарий к статье Роберта Костанца с соавторами («Nature», 1997) // Самарская Лука : проблемы региональной и глобальной экологии. 2011. Т. 20, № 1. С. 184 – 193.

*Розенберг Г. С.* Волжский бассейн : на пути к устойчивому развитию / Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. Тольятти : Кассандра, 2009. 477 с.

*Розенберг Г. С., Мозговой Д. П., Гелашивили Д. Б.* Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии. Самара : Изд-во Самар. науч. центра РАН, 1999. 396 с.

Самарский статистический ежегодник. Самара, 2010. URL: [http://www.samarastat.ru/digital/region13/osnprokaz/03\\_s.htm](http://www.samarastat.ru/digital/region13/osnprokaz/03_s.htm) (дата обращения: 03.03.2012).

*Тишкова А. А.* «Экосистемные услуги» природных регионов России. М. : Наука, 2004. 146 с.

Экономика сохранения биоразнообразия / под ред. А. А. Тишкова / Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия Российской Федерации». М., 2002. 604 с.

*Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem Sh., O'Neill R., Paruelo J., Raskin R., Suttonkk P., van den Belt M.* The value of the world's ecosystem services and natural capital // Nature. 1997. Vol. 387. P. 253 – 260. (Костанца Р., д'Арге Р., де Гроут Р., Фарберк С., Грассо М., Хэннон Б., Лимбург К., Наим Ш., О'Нил Р., Паруэло Дж., Раскин Р., Суттонкк П., ван ден Белт М. Стоимость мировых экосистемных услуг и природного капитала : пер. с англ. А. Г. Розенберг // Самарская Лука : проблемы региональной и глобальной экологии. 2011. Т. 20, № 1. С. 165 – 183).

*Costanza R., Daly H. E., Bartholomew J. A.* Goals, agenda, and policy recommendations for ecological economics // Ecological Economics : The Science and Management of Sustainability / ed. R. Costanza. New York : Columbia Univ. Press, 1991. P. 1 – 20.

*Crowards T. M.* Safe Minimum Standards: costs and opportunities // Ecol. Economics. 1998. Vol. 25, № 3. P. 303 – 314.

Nature's Services : Societal Dependence on Natural Ecosystems / ed. G. Daily. Washington : Island Press, 1997. 412 p.

*Rozenberg A. G.* Ecosystem services and natural capital of the Volga river basin // Types of Strategy and Not Only : Material of the Fourth Russian-Polish School of Young Ecologists. Togliatti : Kassandra, 2010. P. 46 – 47.

Consumer Price Index, CPI // DollarTimes [Electronic resource]. 2012. URL: <http://www.dollartimes.com/calculators/inflation.htm> (дата обращения: 03.03.2012).

УДК 383.483.11(470.44/47)

## УРАЛО-ПОВОЛЖСКИЙ РЕГИОН: ПРИРОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ТЕРРИТОРИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ В СФЕРЕ ТУРИЗМА

**О. В. Серова, А. Ф. Кулагина**

*Башкирский институт физической культуры (филиал)  
Уральского государственного университета физической культуры  
Россия, 450000, Уфа, Коммунистическая, 67  
E-mail: coolagin@list.ru*

Поступила в редакцию 29.03.12 г.

**Урало-Поволжский регион: природный потенциал территорий и экологические риски в сфере туризма.** – Серова О. В., Кулагина А. Ф. – Приводится сравнительная характеристика природно-ресурсного потенциала и экологических рисков 7 субъектов Урало-Поволжского региона Российской Федерации: Республик Башкортостан, Татарстан, Удмуртия, Свердловской, Челябинской, Оренбургской областей, Пермского края. Апробирована методика комплексной оценки туристско-рекреационного потенциала. Показано, что в Республике Башкортостан состояние природных территорий позволяет развивать туризм.

*Ключевые слова:* туризм, регион, туристско-рекреационный потенциал, экологический риск.

**Ural-Volga region: natural potential of its territories and environmental risks in the sphere of tourism.** – Serova O. V. and Kulagina A. F. – A comparative analysis of the natural-resource potential and environmental risks of seven subjects of the Ural-Volga region (Russian Federation), namely: Republic of Bashkortostan, Tatarstan, Udmurtia, Sverdlovsk, Chelyabinsk, Orenburg Regions, and Perm Territory was carried out. A methodology of integrated assessment of the tourist and recreational potential has been tested. It is shown that the status of natural areas in the Republic of Bashkortostan allows us to promote «natural» tourism.

*Key words:* tourism, region, tourist and recreational potential, environmental risk.

### ВВЕДЕНИЕ

Территории Урало-Поволжского региона обладают богатейшим природно-ресурсным потенциалом, но при этом функционирование промышленности на протяжении 30 – 80-х гг. XX столетия нанесло значительный ущерб окружающей природной среде.

На площади семи субъектов Российской Федерации Урало-Поволжского региона, составляющей 677 тыс. км<sup>2</sup>, проживают 22.4 млн человек. Плотность населения в субъектах варьирует от 17.0 чел./км<sup>2</sup> в Пермском крае до 55.4 чел./км<sup>2</sup> в Республике Татарстан (2009 г.). В Башкортостане плотность населения чуть выше среднего показателя среди названных территорий – 28.4 чел./км<sup>2</sup>. По показателю плотности населения Башкортостан относится к территориям со средней интенсивностью использования. По численности городского населения четыре субъекта Федерации имеют более высокий показатель, чем Республика Башкортостан. Лишь в республике Удмуртия (69.2%) и Оренбургской области (57.4%) данный показатель ниже, чем в Башкортостане (73.7%). Территории являются высоко урбанизи-

роваными и, как следствие, экологически небезопасными (Государственный доклад..., 2005, 2010).

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для оценки экологического состояния природной среды была использована схема взаимодействия общества и природы, разработанная Б. И. Кочуровым (2003), А. Г. Исаченко (2004).

Задачи исследования:

- провести оценку экологической составляющей туристско-рекреационного потенциала на основе исследования воздействия энергетических и промышленных объектов на состояние природных ресурсов и туристско-рекреационную привлекательность административных территорий Приволжского и Уральского федеральных округов;
- провести сравнительную комплексную оценку туристско-рекреационных ресурсов административных территорий Приволжского и Уральского федеральных округов для определения наиболее привлекательной (аттрактивной) территории для развития туризма, для восстановления здоровья населения в особо развитых промышленных регионах.

Антропогенное воздействие оценивалось через показатели плотности населения (чел./м<sup>2</sup>), насыщенности и плотности размещения промышленных и сельскохозяйственных предприятий на единицу площади и на одного жителя; степени нарушенности земель, распашки земель, степени сельскохозяйственной освоенности. Изменения в природе оценивались через показатели концентрации загрязнения водных ресурсов, воздушной среды, почвенно-растительного покрова, истощения ресурсов на единицу площади и одного жителя (Государственный доклад..., 2005, 2010).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Экологическое состояние Республики Башкортостан зависит не только от собственных источников загрязнения, отчуждения природных территорий и разрушения окружающей среды, но и от природных факторов, от мощности и близости расположения источников загрязнения на сопредельных территориях. Известно, что благодаря атмосферному переносу загрязнения вследствие преобладания ветров западного направления, европейская часть РФ получает примерно в 8 раз больше кислотных дождей от своих западных соседей, чем страны Восточной Европы с территории РФ. Территориальные образования, находящиеся на расстоянии до 600 км от границ друг друга, относятся к ближайшим источникам загрязнения I-го порядка, а на расстоянии 600 – 1800 км – к источникам ближнего загрязнения II-го порядка. Разовые выбросы, произведенные вдали от границ рассматриваемого субъекта, представляют меньшую опасность, чем постоянные выбросы. Последние достигают сопредельных территорий как с переносом воздушных масс, так и водных потоков (реки Уфа, Кама и другие). Следует отметить, что сбросы недостаточного очищенных сточных вод притоков р. Волги – рек Камы, Белой, Уфы – привели к

ухудшению снабжения водой питьевого назначения г. Уфы и других городов республики.

Из анализа экологических данных за последние 5 лет следует, что по количеству промышленных центров и их значимости в загрязнении воздушной среды среди изучаемых территорий Башкортостан стоит после Свердловской и Челябинской областей. По объемам выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников в первую пятерку вошли предприятия Свердловской (энергетика, металлургия), Челябинской (металлургия, энергетика), Оренбургской (нефтедобывающая, металлургическая промышленность) областей, Пермского края (предприятия трубопроводного транспорта) и Республики Башкортостан (нефтепереработка и нефтехимия). Суммарные выбросы от стационарных источников в воздушный бассейн от шести субъектов Федерации составили 3892.55 тыс. тонн, а общий сброс сточных вод – 6991.26 млн м<sup>3</sup>. Объем сброшенных сточных загрязненных вод в этих регионах составил более 2554.58 млн м<sup>3</sup>. По количеству токсичных отходов I – V класса опасности на протяжении последних пяти лет наиболее опасны территории Челябинской, Оренбургской, Свердловской областей, Пермского края и Республики Башкортостан. Суммарное количество токсичных отходов по 6 субъектам Федерации составило 424.8 млн тонн, что в десятки раз превышает количество отходов, образованных на территории Башкортостана (Ишемгулов, Хайбуллин, 2004).

Влияние крупных городов и городских агломераций прослеживается далеко за их пределами, чему способствует перенос загрязняющих веществ гравитационными потоками и осаждение их на земную поверхность.

Значительна роль автомобильных и железных дорог в загрязнении урбанизированных территорий. Доля передвижных источников в суммарных выбросах загрязняющих веществ в атмосферу Республики Башкортостан не уменьшилась за последние 5 лет и составляет 66.2%, а в некоторых городах республики – 80 – 90% (Уфа, Салават, Стерлитамак). Наряду с загрязнением воздуха отмечается рост загрязнения земель и вод отходами автотранспортной деятельности, а также увеличение шумового воздействия на окружающую среду. Кроме того, автомобильный транспорт является одним из главных потребителей невозобновимых топливно-энергетических ресурсов.

Транспортная инфраструктура городов исследуемых регионов характеризуется низкой пропускной способностью магистральной уличной сети, высокой транспортной нагрузкой центральной части городов, совмещением жилой и производственных зон, высоким уровнем личного автотранспорта.

В Республике Башкортостан показатель развитости транспортной сети за 5 лет резко возрос, а в 2004 г. он составлял в Уфимской агломерации – 3.1; Казанской агломерации – 4.9; Оренбургской – 2.7; Челябинской – 6.5; Свердловской – 6.2. Высокий уровень развития транспортной сети оказывает пагубное влияние на загрязнение окружающей среды и на преобразование ландшафта.

Из анализа экологического состояния городов Республики Башкортостан следует, что среди городов этой республики к 1-й категории благополучных не относится ни один город. Большинство крупных городов с населением свыше 1 млн человек относятся к 5-й категории. В напряженном и критическом экологическом

## УРАЛО-ПОВОЛЖСКИЙ РЕГИОН: ПРИРОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ТЕРРИТОРИЙ

состоянии находятся города с численностью населения от 500 тыс. жителей до 1 млн человек. Удовлетворительное экологическое состояние характерно для малых городов.

Рекреационное использование территории – один из специфических видов антропогенного воздействия, сопутствующий индустриализации и урбанизации. Под влиянием массового неконтролируемого наплыва отдыхающих в лесных геосистемах развивается рекреационная дигрессия, природные ресурсы могут испытать дополнительную нагрузку от рекреационной деятельности, от объектов индустрии туризма и инфраструктуры туризма. Кроме того, происходит загрязнение территории и водоёмов бытовым мусором, отходами автомобильного и водного транспорта (Исаченко, 2004).

Туристско-рекреационные ресурсы являются составной частью природных ресурсов. Анализ состояния экосистем проведен с учетом внешних и внутренних источников загрязнения, с учетом ущерба, наносимого окружающей среде. Одним из показателей, способствующих развитию рекреации, является показатель обеспеченности территории ООПТ. Показатель анализировался по количеству, разнообразию ООПТ, отношению площади национальных парков и заповедников к площади субъекта, так как именно эти территории наиболее функциональны и благоприятны для использования в целях туризма, развития познавательного и экологического туризма. Для обеспечения сохранности уникальных, реликтовых видов растительного и животного мира на территории Республики Башкортостан создана сеть ООПТ, общая площадь которых в 2010 г. составляет более 7% от всей территории республики, а показатель «Площадь НП и заповедников к площади территории» составляет 2.67% (Пермский край – 1.73%, Свердловская область – 0.72%) (таблица).

Шкала определения степени привлекательности природных ресурсов на территории Республики Башкортостан по 10-балльной шкале

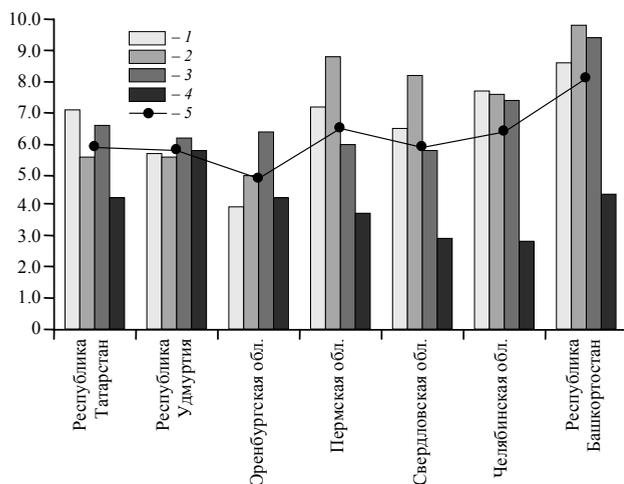
Показатели	Коэффициент весомости
Площадь территории природного района к площади территории республики, %	3
Плотность населения, чел./км <sup>2</sup>	2
Протяженность автодорог, км	4
Удельный вес автодорог с твердым покрытием, %	5
Площадь санаторно-курортных территорий, с базами отдыха и турбазами к площади территории, %	5
Площадь под объектами культурного наследия, памятники археологии и геологии к площади территории, %	5
Площадь ООПТ к площади территории, %	5
Площадь НП и заповедников к площади территории, %	5
Антропогенная промышленная нагрузка на природную среду, балл	3
Антропогенная с/х нагрузка на природную среду, балл	2
Антропогенная суммарная нагрузка на природную среду, балл	2
Рекреационная нагрузка на природную среду, балл	2

Проведенная оценка экологического состояния должна учитываться при принятии решений о выборе экологически чистых зон для развития рекреации и ту-

ризма на территории Республики Башкортостан. Туристско-рекреационные зоны должны располагаться на максимальном удалении от объектов, являющихся источниками загрязнения воздушного и водного бассейна, почв, растительного и животного мира с учетом трансграничного переноса вредных веществ. Особого внимания заслуживают формы рельефа и ландшафтов, наличие горных массивов и лесов, близость естественных и искусственных водоёмов, оказывающих влияние на динамику аккумуляции вредных ингредиентов.

Для Республики Башкортостан характерна высокая степень антропогенных преобразований ландшафтов через использование лесных, экосистем, деградация почвенного покрова, изменения в воздушной составляющей ландшафтной оболочки.

В регионе реализуются типы туристского природопользования: туристско-оздоровительный, туристско-спортивный и туристско-познавательный. В настоящее время для территории Республики Башкортостан наиболее характерен туристско-оздоровительно-спортивный тип природопользования (рис. 1).



**Рис. 1.** Ландшафтно-экологическая оценка туристско-рекреационного потенциала по 10-балльной шкале: 1 – оценка ландшафтной составляющей, 2 – оценка ООПТ, 3 – оценка курортных и природных лечебных ресурсов, 4 – оценка экологической составляющей, 5 – ландшафтно-экологическая оценка

но-климатических зон и природных комплексов, способствующих развитию туризма, реабилитации здоровья населения и лечения болезней, приобретенных в промышленных и урбанизированных условиях;

- оценка участков территории региона, предназначенных для рекреации и туризма, производится с учетом данных экологического мониторинга;

- при нанесении эколого-экономического ущерба природным и туристско-рекреационным ресурсам и окружающей среде в процессе функционирования объектов туризма обосновываются и реализуются меры по восстановлению нарушенных территорий и экосистем.

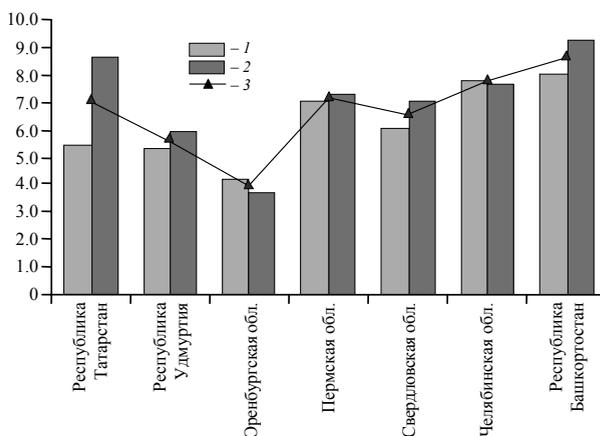
При оценке туристско-рекреационного потенциала и развития туризма предлагается исходить из следующих концептуальных положений:

- социальное и экономическое развитие региона в целом (субъекта Федерации) и туристско-рекреационная деятельность в частности не должны сопровождаться дестабилизирующим воздействием на окружающую среду и влиять на сокращение биологического разнообразия;

- на территории субъекта Федерации целесообразно выделить природно-разнообразия;

Туристско-рекреационные зоны предпочтительно выделять в районах, не испытывающих прямых техногенных нагрузок в результате выбросов промышленных предприятий и в результате трансграничного и трансрегионального переноса загрязнений.

В целом оценка туристско-рекреационного потенциала территории Республики Башкортостан по 10-балльной шкале «наиболее благоприятна» для развития туризма и отдыха (7 – 8 баллов) (рис. 2).



**Рис. 2.** Комплексная оценка ландшафтов по 10-балльной шкале: 1 – функциональная оценка ландшафта, 2 – эстетическая оценка ландшафта, 3 – оценка ландшафтной составляющей

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При оценке туристско-рекреационного потенциала с целью развития туризма, сохранения экологического равновесия территорий Приволжского и Уральского федеральных округов наиболее важными являются показатели: характеристики ландшафта, наличие ООПТ, природных лечебных ресурсов и уровень экологического состояния. Результаты проведенного анализа могут быть использованы для оценки экологических рисков при организации туризма на территории Республик Башкортостан, Татарстан, Удмуртия, Оренбургской, Свердловской, Челябинской областей, Пермского края в составе Приволжского и Уральского федеральных округов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований РФФИ (проект № 11-04-97025), тематического плана Министерства образования и науки РФ (2008 – 2012), Программы фундаментальных исследований ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий» (2012).*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас туристических ресурсов Республики Башкортостан / под ред. А. Н. Дегтярева. Уфа : УГАЭС, ГУП РБ «Уфимский полиграфкомбинат», 2007. 276 с.
- Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2004 году» М. : АНО Центр международных проектов, 2005. 494 с.
- Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2010 году» / МПР РБ. Уфа, 2011. 343 с.
- Исаченко А. Г. Введение в экологическую географию : учеб. пособие. СПб. : Изд-во СПбГУ, 2004. 192 с.
- Ишемгулов А. М., Хайбуллин А. А. Внешние источники загрязнения окружающей природной среды Башкортостана // Экономика и управление. 2004. № 4. С. 78 – 80.
- Кочуров Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие. М. ; Смоленск : Маджента, 2003. 384 с.

УДК [502.3:502.6:502.7]:(470.55/58)

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ  
КРУГЛОГОДИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ЛАНДШАФТНО-ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА  
ГОРНОЛЫЖНОГО ЦЕНТРА «МЕТАЛЛУРГ – МАГНИТОГОРСК»**

**А. А. Кулагин**

*Институт биологии Уфимского научного центра РАН  
Россия, 450054, Уфа, просп. Октября, 69  
E-mail: coolagin@list.ru*

Поступила в редакцию 29.03.12 г.

**Экологическое обоснование круглогодичного использования ландшафтно-природного комплекса горнолыжного центра «Металлург – Магнитогорск».** – Кулагин А. А. – Показана возможность круглогодичного использования горнолыжного центра как объекта сервиса. При экологически корректной нагрузке на окружающую природную среду в весенне-летний и летне-осенний периоды формируются условия, при которых происходит восстановление нарушенных территорий.

*Ключевые слова:* природопользование, ландшафт, ресурсно-рекреационный потенциал, горнолыжный центр.

**Ecological substantiation of the year-round use of the landscape-natural complex of the «Metallurgist – Magnitogorsk» mountain skiing center.** – Kulagin A. A. – The possibility of the year-round use of the ski centre as an object of service is shown. Under an ecologically correct load on the natural environment in the spring-summer and summer-autumn periods, favorable conditions are formed under which affected territories will recover.

*Key words:* management of natural resources, landscape, resource and recreational potential, ski centre.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Региональное природопользование включает использование территорий в качестве рекреационного ресурса (Данилов-Данильян, Лосев, 2000; Атлас туристических ресурсов..., 2007 и др.). Недостаток объектов рекреационного назначения приводит к нерегулированности потоков отдыхающих, что является причиной деградации отдельных территорий. В этих условиях возрастает роль природных комплексов рекреационного назначения близ крупных городов (Кочуров, 2003). Особо остро стоит вопрос круглогодичного использования специализированных на зимних видах спорта спортивно-оздоровительных комплексов.

Анализ рекреационно-ресурсного потенциала территории горнолыжного центра «Металлург – Магнитогорск» (Южный Урал, Республика Башкортостан) направлен на характеристику антропогенных нагрузок на природные ландшафты центра и сопредельных территорий с целью обоснования круглогодичного использования территории для отдыха людей.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Горнолыжный центр «Металлург – Магнитогорск» (ГЛЦ) находится на территории Абзелиловского района Республики Башкортостан. Район расположен в восточной части республики, граничит с Баймакским районом на юге, Белорецким – на северо-западе, Бурзянским – на западе, Учалинским – на севере, на востоке – с Челябинской областью.

Прибрежная территория большинства озёр, расположенных на территории района, активно используется как зоны отдыха и лечения. Окрестности оз. Яктыкуль, где расположен горнолыжный центр (ГЛЦ) – признанный рекреационный комплекс регионального значения, находится в 320 км от г. Уфа и в 40 км от г. Магнитогорск. ГЛЦ эксплуатируется с 2003 г., а строительство объекта в целом было завершено в 2008 г. (рис. 1).

Методика определения рекреационно-ресурсного потенциала основывается на полевых исследованиях (Временная методика..., 1987; Бурков, 1996; Габбасова, 1997). Для обеспечения достоверности результатов выбраны объекты, испытывающие постоянные рекреационные нагрузки, и на которых четко выделяются стадии рекреационной дигрессии.

Достоверность полученных данных подтверждена многократными повторениями при проведении работ – количество измерений было не менее 20 (Плохинский, 1970; Зайцев, 1984). Статистическая обработка материалов проводилась с помощью пакета MS Excel 2000.

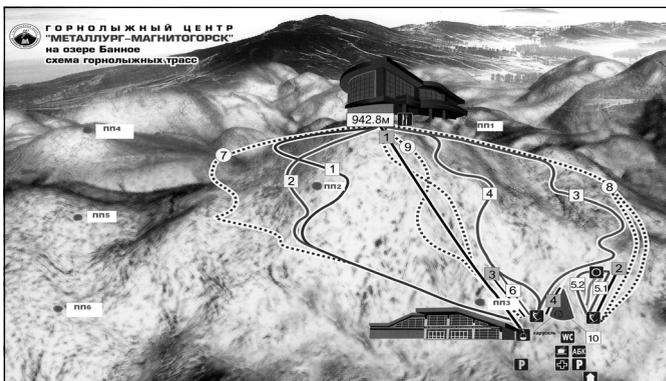


Рис. 1. Схема горнолыжного центра «Металлург – Магнитогорск»

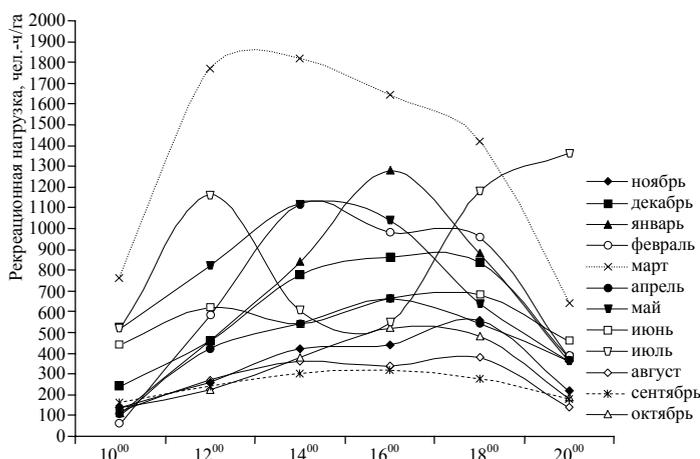
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ландшафтно-экологические исследования, проведенные в районе расположения ГЛЦ, свидетельствуют, что в целом территория может быть охарактеризована как низкогорное предгорье с петрофитными березовыми лесами с примесью сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) и осины (*Populus tremula* L.) на темно-серых лесных почвах с выходами скальных пород, занимающих до 25% площади. Проведенные исследования позволяют установить четко выраженную вертикальную поясность в распределении растительности (Кулагин и др., 2006). Растительность на склонах хребта Крыкты в пределах расположения ГЛЦ и на сопредельных территориях имеет вторичное происхождение и сформировалась в течение последних 50 лет после интенсивных сплошных

рубков главного пользования в 40-е гг. XX столетия. Установлено, что в верхней части склонов преобладает лиственница Сукачева с примесью берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) и сосны обыкновенной. При продвижении вниз по склону данный тип леса сменяется березняком со значительной долей участия осины, а у подножия гор формируется березняк с единичными деревьями осины. Естественное возобновление на контрольных участках и на территории ГЛЦ характеризуется как неудовлетворительное, что свидетельствует о длительном процессе естественного восстановления лесов на исследуемой территории.

Вертикальная поясность, характерная для растительности, при оценке почвенного покрова и описании почвенных разрезов не установлена. На всех пробных площадях, расположенных по трансекте от вершины горы до подошвы склона, отмечается один тип почвы – темно-серая лесная почва.

Обобщая результаты работы ГЛЦ в течение сезонов 2005 – 2011 гг., необходимо отметить двухфазную активность отдыхающих – декабрь – март и июнь – август месяцы (рис. 2, 3). В период межсезонья в первую очередь из-за природно-



**Рис. 2.** Рекреационные нагрузки (чел.-ч/га) на территории горнолыжного центра «Металлург – Магнитогорск» отдыхающими в рабочие дни недели в течение календарного года и времени суток

и развлекательного оборудования. Характеризуя работу ГЛЦ с позиции экологической корректности и минимизации воздействий на окружающую природную среду, следует указать, что в весенне-летний и летне-осенний период складываются условия, способствующие восстановлению рекреационно нарушенных территорий.

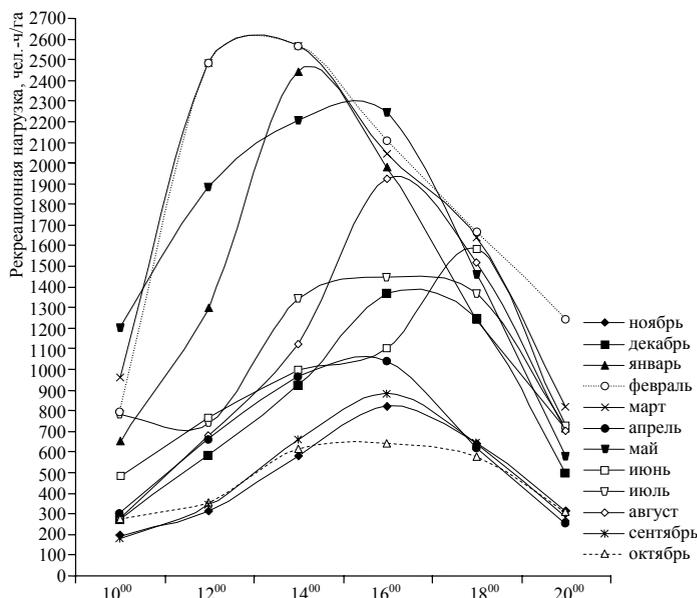
Характер развития рекреационной инфраструктуры на территории ГЛЦ оценивается как интенсивный. ГЛЦ проектировался как объект сезонной рекреации, функционирующий только в зимнее время. Очевидно, что круглогодичное использование ГЛЦ не наблюдается: весной – это период снеготаяния (апрель – май) и осенью – затяжные дожди (иногда со снегом) и пронизывающий ветер (октябрь –

климатических особенностей региона посещаемость ГЛЦ резко снижается. Это, с одной стороны, обращается потерей прибыли, но, с другой стороны, представляет возможности для проведения восстановительных мероприятий и подготовки к новому сезону – ремонту и техническому обслуживанию подъемника, спортивного, туристического

ноябрь). Как показывают наблюдения, в это время территория ГЛЦ практически не посещается отдыхающими.

Временем наиболее активного отдыха в зимний период, как правило, независимо от погоды (за исключением буранов и т.д., когда катание с гор запрещено),

являются вторая половина пятницы, суббота и воскресенье. На протяжении рабочей недели ГЛЦ также посещается отдыхающими, но их количество в 5 – 10 раз меньше по сравнению с выходными и праздничными днями. Летом – в период отпусков – посещаемость центра всецело зависит от погоды и в меньшей степени от дней недели. Необходимо отметить, что инфраструктура ГЛЦ позволяет отдыхать всей семьей, включая тех людей, которые не катаются с гор из-за своего возраста, отсутствия навыков или желания.



**Рис. 3.** Рекреационные нагрузки (чел.-ч/га) на территории горнолыжного центра «Металлург – Магнитогорск» отдыхающими в выходные дни в течение календарного года и времени суток

Ландшафтно-экологические исследования, проведенные в районе расположения ГЛЦ, позволяют сделать заключение, что в весенне-летний и летне-осенний период складываются условия, способствующие восстановлению рекреационно нарушенных территорий. Функционирование ГЛЦ на протяжении ряда лет обеспечивает минимизацию рекреационных воздействий на окружающую природную среду. Создание горнолыжных центров с ориентацией на круглогодичное использование территории для отдыха людей обеспечивает снижение рекреационных нагрузок на прилегающие территории и позволяет сохранить целостность ландшафтно-природных комплексов.

Состояние почвенного и растительного покрова территории ГЛЦ характеризуется как удовлетворительное.

Расчет рекреационных нагрузок на территорию ГЛЦ с учетом времени суток, дней недели, календарного месяца и сезонов года свидетельствует, что рекреационные нагрузки составляют до 5 760 000 человек в год на 1 га.

Сопоставление существующих рекреационных нагрузок и состояние территории позволяет продолжать эксплуатацию ГЛЦ в существующем режиме.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ресурсно-рекреационный потенциал природно-ландшафтного комплекса позволяет рассматривать возможность увеличения рекреационных нагрузок на территорию ГЛЦ в период межсезонья и рабочие дни без риска нанесения необратимого ущерба исследуемой территории.

Следует отметить, что территория ГЛЦ по состоянию ландшафтно-природного комплекса и в соответствии с рекреационными нагрузками разделяется на 3 зоны. Так, в основании склона, где на протяжении всего календарного года отмечается наибольшее скопление отдыхающих, характеризуется 4 – 5-й стадией рекреационной дигрессии, вершина склона – 2 – 3-й, а средняя часть – 1 – 2-й стадией. Расчет рекреационных нагрузок на территорию ГЛЦ с учетом времени суток, дней недели, календарного месяца и сезонов года свидетельствует, что рекреационные нагрузки до 5760000 человек в год на 1 га (Кулагин, Розенберг, 2010) являются допустимыми и не вызывают необратимых изменений (деградации) ландшафта.

Ландшафтно-территориальный комплекс ГЛЦ «Металлург – Магнитогорск» организован для комфортного отдыха людей, что приводит к снижению рекреационных нагрузок на прилегающие территории и таким образом выполняет защитную буферную функцию по отношению к прилегающим ландшафтам. В целом функционирование ГЛЦ с позиции экологической корректности и минимизации воздействий на окружающую природную среду обеспечивает в весенне-летний и летне-осенний периоды формирование условий, способствующих восстановлению рекреационно нарушенных территорий.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 11-04-97025), тематического плана Министерства образования и науки РФ (2008 – 2012), Программы фундаментальных исследований ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий» (2012).*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас туристических ресурсов Республики Башкортостан / под ред. А. Н. Дегтярева / Уфимская гос. академия экономики и сервиса. Уфа, 2007. 276 с.

Бурков Н. А. Нормирование и стандартизация в природопользовании. Киров : Изд-во Вят. гос. техн. ун-та, 1996. 27 с.

Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок. М. : Изд-во Моск. лесотехн. ин-та, 1987. 34 с.

Габбасова Р. Р. Методические подходы к рекреационной оценке лесных ландшафтов Южного Зауралья РБ // Леса Башкортостана : современное состояние и перспективы : материалы науч.-практ. конф. / Ин-т биологии УНЦ РАН. Уфа, 1997. С. 112 – 113.

Данилов-Данильян В. И., Лосев К. С. Экологический вызов и устойчивое развитие. М. : Прогресс-традиция, 2000. 415 с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСА

*Зайцев Г. Н.* Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М. : Наука, 1984. 424 с.

*Кочуров Б. И.* Экодиагностика и сбалансированное развитие. М. ; Смоленск : Маджента, 2003. 384 с.

*Кулагин А. А., Габбасова И. М., Мигранов М. Г., Зайцев Г. А., Уразгильдин Р. В., Давыдычев А. Н., Денисова А. В., Хисамов Р. Р., Ситдииков Р. Н., Гареев Т. Г., Гильманова Г. Р., Саттаров В. Н., Кужлева Н. Г., Кулагин А. А.* Ландшафтно-экологическая оценка состояния территории горнолыжного центра «Металлург – Магнитогорск» // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2006. Т. 8, № 2. С. 580 – 587.

*Кулагин А. А., Розенберг Г. С.* Оценка антропогенных нагрузок и рекреационно-ресурсного потенциала на территории горнолыжного центра «Металлург – Магнитогорск» // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2010. Т. 1, № 1. С. 212 – 215.

*Плохинский Н. А.* Биометрия. М. : Изд-во МГУ, 1970. 367 с.

УДК 613.6.01(470.43)

## ПРОФИЛАКТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ У РАБОТАЮЩИХ ВО ВРЕДНЫХ УСЛОВИЯХ ТРУДА КАК СРЕДСТВО ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

**Е. В. Сёмина, О. А. Розенцвет**

*Институт экологии Волжского бассейна РАН  
Россия, 445003, Тольятти, Комзина, 10  
E-mail: olgarozen@pochta.ru*

Поступила в редакцию 29.03.12 г.

**Профилактика профессиональных заболеваний у работающих во вредных условиях труда как средство для обеспечения устойчивого развития.** – Сёмина Е. В., Розенцвет О. А. – Проведен анализ результатов периодических медицинских осмотров и дополнительной диспансеризации лиц, работающих во вредных условиях труда, на предприятии ООО «Тольяттинский Трансформатор» в период 2009 – 2011 гг. По результатам анализа показана эффективность проводимых мероприятий в плане профилактики заболеваний. Установлено, что группы здоровья и диспансерного наблюдения определяются по данным медицинских осмотров. Намечена программа оздоровительных и профилактических мероприятий как средство для обеспечения устойчивого развития предприятия и региона в целом.

*Ключевые слова:* периодический медицинский осмотр, вредные условия труда, дополнительная диспансеризация, устойчивое развитие.

**Preventive measures against occupational (industrial) diseases of workers under hazardous work conditions to support sustainable development.** – Semina E. V. and Rozentvet O. A. – The results of periodic medical examinations and supplementary prophylactic medical examinations of workers in Togliatti Transformator Ltd. under hazardous work conditions from 2009 till 2011 were analyzed. This preventive measure being efficient is shown. It has been established that the results of periodical medical examinations help resolving healthy groups and groups for regular medical check-up. A program of health-improving and preventive measures to support sustainable development has been outlined.

*Key words:* periodical medical examination, hazardous work conditions, supplementary prophylactic medical examination, sustainable development.

### ВВЕДЕНИЕ

Учение о единстве организма и среды, являясь основой сначала советской, а затем и российской медицины, выдвигает на первое место синтез лечебно-профилактических и санитарно-оздоровительных мероприятий (Лисицын, 2009). В последние годы профилактическому направлению медицины придается особенно большое значение (Изосимов, 2012). Это подтверждается концепцией долгосрочного социально-экономического развития РФ до 2020 г. и концепцией устойчивого развития.

Концепция устойчивого развития объединяет экономический, социальный, экологический аспекты и характеризуется как процесс изменений, в котором эксплуатация природных ресурсов, направление инвестиций, ориентация научно-технического развития, развитие личности и институциональные изменения согла-

## ПРОФИЛАКТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ У РАБОТАЮЩИХ

сованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений.

С экологической точки зрения устойчивое развитие должно обеспечивать целостность биологических и физических природных систем и сохранение способности к самовосстановлению и динамической адаптации таких систем к изменениям. Особое значение при этом приобретает социальная составляющая устойчивого развития, ориентированная на человека и направленная на сохранение стабильности социальных и культурных систем (Розенберг и др., 1996). Именно поэтому в развитых странах главной проблемой медицины сегодня становятся не острые, а хронические заболевания, так как рост заболеваемости и, как следствие, инвалидизации и смертности населения, особенно трудоспособного возраста, увеличивает нагрузку на экономику страны. На сегодняшний день уже установлены факторы риска основных причин заболеваемости и смертности населения, что позволяет разрабатывать профилактические стратегии и с позиции концепции устойчивого развития.

Согласно утверждению Н. А. Семашко, профилактика – основное направление медицины, а диспансеризация – метод, при помощи которого это профилактическое направление проводится в жизнь. Важнейшая составная часть профилактики и охраны здоровья работников – поиск новых организационных моделей медико-профилактического обслуживания промышленных рабочих (Лисовский и др., 2004). Одним из действенных путей решения этой задачи является охват всего населения страны диспансерным наблюдением (Лисицын, 2009). Высокие показатели общей и профессиональной заболеваемости, инвалидности и смертности лиц, работающих на промышленных предприятиях, диктуют необходимость разработки комплекса мероприятий оздоровления работающих, а также необходимость полноценной реализации их социальных функций (Вялков, 2002; Кучеренко, 2004; Герасименко и др., 2005; Пахомова, 2008).

Цель настоящей работы: 1) оценка эффективности профилактических медицинских осмотров работников, занятых в электротехнической промышленности и связанных с вредными условиями труда; 2) оценка эффективности организационной модели оказания медицинской помощи на уровне первичного медицинского звена (на примере ООО «Тольяттинский Трансформатор», г. Тольятти).

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являются результаты медицинских осмотров работников ООО «Тольяттинский Трансформатор», проводившихся в условиях ООО «Медико-санитарная часть № 6» (ООО «МСЧ № 6»), обслуживающего данное предприятие. Медицинские осмотры (МО) осуществлялись в период 2009 – 2011 гг. в соответствии с нормативно-правовыми документами.

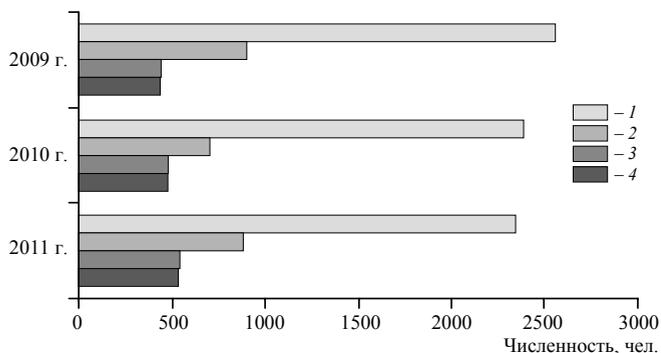
Анализ заболеваемости проводили по материалам первичной медицинской документации: картам предварительного (при поступлении на работу) и периодического медицинского осмотра работника (ПМО); картам дополнительной диспансеризации (ДД). По результатам МО осуществлялось планирование дальнейших мероприятий индивидуально для каждого пациента в соответствии с определенной группой состояния здоровья и диспансерного наблюдения.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Условия труда – совокупность действующих на работника причин и обстоятельств, порожденная социальными и экономическими условиями. Производственная среда – часть окружающей человека внешней среды, образованная природно-климатическими условиями и профессиональными факторами, воздействующими на него в процессе трудовой деятельности (Красовский, 2008).

Основным видом деятельности исследуемого предприятия электротехнической промышленности является производство силовых трансформаторов, преобразователей всех типов и мощностей. Вредные условия труда связаны с действием химических (использование органических растворителей, красок, фенола, кислот, щелочей и т.д.); физических (запыленность, высокий уровень шума и вибрации и т.д.); механических (использование сборочных ступеней, тележек, вальцов) факторов, а также с факторами трудового процесса (физические перегрузки, работы связанные с длительным пребыванием в вынужденной позе, выполнение стереотипных движений, зрительно напряженные работы, работы на высоте).

Общая численность работающих предприятия за исследуемый период составила в среднем 2,4 тыс. чел. Число лиц, работающих во вредных условиях труда, за исследуемый период было достаточно стабильным (рис. 1) и составляло от 35 (2009 г.) до 38% (2011 г.) от общей численности работающих. Среди лиц, связанных с вредными условиями труда, медицинскому осмотру подлежало более 50%



**Рис. 1.** Динамика численности работников ООО «Тольяттинский Трансформатор» в 2009 – 2011 гг.: 1 – общая численность; 2 – число лиц, связанных с вредными условиями труда; 3 – число лиц, подлежащих осмотру; 4 – число осмотренных лиц, подлежащих ПМО, влияет смена кадров на предприятии в результате естественного оттока лиц пенсионного возраста и общей текучести кадров. Процент охвата работников обязательным ПМО за исследуемый период составлял 97,5, 100 и 99,3% соответственно, что свидетельствует о понимании важности проводимых мероприятий как администрацией, так и работниками предприятия.

Основными задачами медицинских учреждений на предприятиях являются: максимальное приближение к месту работы квалифицированной и специализированной медицинской помощи; разработка и проведение мероприятий, направленных

требуется ежегодного ПМО работников, с другими же – один раз в 2 или 3 года. Кроме того, на численность лиц, связанных с вредными условиями труда, объясняется тем, что, в соответствии с действующими нормативными документами, контакт с некоторыми вредными производственными факторами

## ПРОФИЛАКТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ У РАБОТАЮЩИХ

ных на оздоровление условий труда и быта; предупреждение и снижение общей и профессиональной заболеваемости, травматизма, заболеваемости с временной утратой трудоспособности и инвалидности. Известно, что на уровень и структуру заболеваемости накладывает отпечаток специфика производства на предприятии (Артамонова, Шаталов, 1996). Сведения по выявлению заболеваемости у лиц, связанных с вредными условиями труда, приведены в табл. 1. Рост количества лиц с общими заболеваниями и, как следствие, нуждающихся во временном или постоянном переводе на другую работу, происходило пропорционально росту количества лиц, подлежащих или прошедших ПМО. Необходимо отметить уменьшение числа заболеваний, выявленных в 2010 – 2011 гг., при незначительном увеличении количества лиц, прошедших ПМО. Это связано с тем, что до 2010 г. параллельно с ПМО проводился еще и углубленный медосмотр для работающих во вредных условиях труда с дополнительным привлечением врачей-специалистов. В последующие годы углубленный медосмотр не проводился. Число случаев заболеваний на одного человека в 2009 г. составило 2,7, в 2010 г. – 2,5, в 2011 г. – 2,4. Кроме того, выявлено отсутствие показателей числа лиц, получивших инвалидность по профессиональному заболеванию впервые и незначительный рост числа лиц с подозрением на профессиональное заболевание за исследуемый период.

**Таблица 1**

Анализ заболеваемости по результатам ПМО у лиц,  
связанных с вредными условиями труда

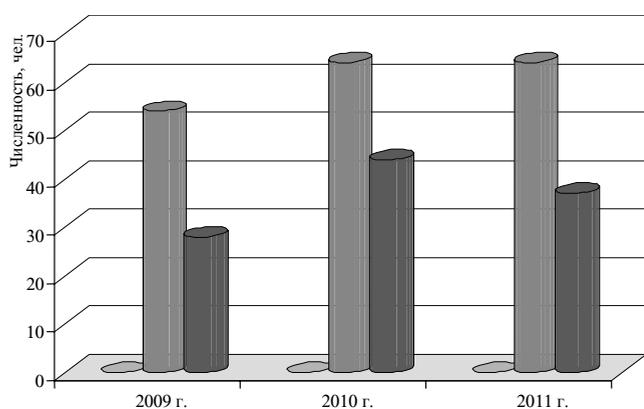
Показатель	2009 г.	2010 г.	2011 г.
Количество осмотренных лиц	436	476	537
Количество лиц с выявленными общими заболеваниями	366	368	397
Количество выявленных случаев заболеваний	1100	931	960
Количество лиц с подозрением на профзаболевание	–	–	1
Количество лиц, получивших инвалидность по профзаболеванию впервые	–	–	–
Количество лиц, нуждающихся во временном переводе на другую работу по состоянию здоровья (с исключением противопоказанного производственного фактора)	1	–	3
Количество лиц, нуждающихся в постоянном переводе на другую работу по состоянию здоровья (с исключением противопоказанного производственного фактора)	37	30	40

На динамику роста количества человек с выявленными заболеваниями за исследуемый период оказало влияние увеличение общего количества лиц, прошедших МО. Отсутствие показателей количества лиц, получивших инвалидность по профессиональному заболеванию впервые, а также динамического роста количества лиц, нуждающихся в дополнительных мероприятиях, выявленных в процессе ПМО, является результатом постоянной работы предприятия в плане мероприятий по охране труда и правильной организации медицинской помощи на данном предприятии.

По результатам ПМО лица с выявленными заболеваниями подлежат дальнейшему диспансерному наблюдению. Важным этапом диспансеризации является не только динамическое наблюдение за здоровьем работников, но и проведение

лечебных, оздоровительных, профилактических и социальных мероприятий, объем и кратность которых зависят от группы диспансерного наблюдения, возраста и профессии (Миняев и др., 1987). Результаты мероприятий, проведенных в рамках данного направления, отражены на рис. 2, где можно увидеть отсутствие динамического роста числа лиц, нуждающихся в дополнительных мероприятиях.

Отметим, что цель ПМО состоит в выявлении начальных симптомов как общесоматических, так и профессионально обусловленных заболеваний, а также своевременном принятии мер к предотвращению патологии. Если учесть, что при ПМО контингент обследуемых является постоянным, то большая часть работников ПМО предприятия, условия труда которых не связаны с вредными факторами, не



**Рис. 2.** Динамика числа лиц, нуждающихся в дополнительных мероприятиях по результатам ПМО: ■ – на стационарное лечение, ■ – на санаторно-курортное лечение, ■ – нуждающихся в диетпитании

подлежит ежегодному медицинскому осмотру и соответственно динамическому наблюдению. В этой связи в 2011 г. ООО «МСЧ № 6» приняло участие в реализации национального проекта «Здоровье». В соответствии с этим проектом всем лицам, работающим на предприятии в возрасте старше 18 лет, независимо от условий их труда была проведена дополнительная диспансеризация (ДД).

Главной задачей, которую ставило ООО «МСЧ № 6» при участии в реализации проекта, была возможность максимального охвата работающих на предприятии и расширение перечня диагностических исследований, направленных на выявление в первую очередь социально значимых заболеваний. Перечень специалистов и исследований для проведения данного мероприятия был определен с учетом наиболее часто встречающихся заболеваний и уровня заболеваемости работающего населения в соответствии с нормативно-правовыми документами.

Комплексным показателем ДД, ориентированным на определение заболеваемости, является распределение лиц, прошедших медицинский осмотр, по определенным группам здоровья. В 1-ю группу включаются практически здоровые пациенты, во 2-ю – здоровые пациенты, но имеющие факторы риска (курение, повышенный вес, повышенный уровень холестерина крови и др.); в 3-ю – пациенты, нуждающиеся в дообследовании или лечении в амбулаторных условиях; в 4-ю – пациенты, нуждающиеся в стационарном лечении; в 5-ю – пациенты, нуждающиеся в оказании высокотехнологичного вида медицинской помощи (Руководство..., 2006). Необходимо подчеркнуть, что в процессе проведения ДД было выявлено

## ПРОФИЛАКТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ У РАБОТАЮЩИХ

всего 2868 заболеваний и в том числе 155 заболеваний (5%), диагностированных впервые. Согласно данным, приведённых в табл. 2, среди работников предприятия самой многочисленной оказалась 3-я группа (963 чел., или 83% от общей численности лиц, прошедших ДД). Лиц практически здоровых, а также лиц, нуждающихся в стационарном лечении, было гораздо меньше, а пациентов, нуждающихся в оказании высокотехнологического вида медицинской помощи, не было выявлено совсем (см. табл. 2). В дальнейшем пациенты 3-, 4- и 5-й групп подлежат динамическому наблюдению по программе для больных с хроническим заболеванием.

**Таблица 2**

Распределение лиц, прошедших ДД в 2011 г., по группам здоровья

Показатель	Количество, чел.
Число лиц прошедших ДД	1160
в том числе	
1-я группа	170
2-я группа	26
3-я группа	963
4-я группа	1
5-я группа	–
Направлено на госпитализацию в стационар	2
Направлено для решения вопроса об оказании высокотехнологичной медицинской помощи	–

Одним из наиболее важных направлений в реализации Национального проекта в целом и на данном предприятии в частности стало выявление социально значимых заболеваний (табл. 3). В результате проведения ДД выявлен один случай социально значимого заболевания (сахарный диабет). Отсутствие заболеваний, выявленных на поздней стадии, так же как и единичный случай выявленного впервые заболевания, подтверждает высокую социально-медицинскую значимость мероприятий, направленных на предупреждение развития как общесоматических заболеваний, так и профессиональных заболеваний, проводимых ООО «МСЧ № 6» на данном предприятии.

**Таблица 3**

Структура выявленных социально значимых заболеваний

Наименование заболевания	Выявленные социально значимые заболевания		
	Всего	Заболевания, выявленные впервые во время ДД	Заболевания на поздней стадии
Туберкулез	0	0	0
Злокачественные новообразования	7	0	0
Сахарный диабет	14	1	0
Гепатиты (В и С)	3	0	0

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований можно заключить: 1) необходимым и эффективным средством в выявлении общесоматических, профессионально-

обусловленных и социально значимых заболеваний у работающего населения являются периодические медицинские осмотры; 2) правильная организация медицинской помощи является мощным фактором подъема производительности труда, снижения потерь рабочего времени в связи с нетрудоспособностью и, как следствие, средством для обеспечения повышения здоровья населения, качества жизни и условий труда, а также устойчивого развития региона; 3) эффективность оказания медицинской помощи на уровне первичного медицинского звена может вполне выступать как средство достижения устойчивого развития в системе «Земля – страна – регион – город – предприятие».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Артамонова В. Г., Шаталов Н. Н.* Профессиональные болезни. М. : Медицина, 1996. 32 с.
- Вялков А. И., Райзберг Б. А., Шиленко Ю. В.* Управление и экономика здравоохранения : учебное пособие / под ред. А. И. Вялкова. М. : ГЭОТАР-МЕД, 2002. 328 с.
- Герасименко Н. Ф., Александрова О. Ю., Григорьев И. Ю.* Законодательство в сфере охраны здоровья граждан. М. : МЦФЭР, 2005. 122 с.
- Изосимов А. Н.* Доклад «Итоги работы медицинских учреждений г. о. Тольятти за 2011» // Мэрия городского округа Тольятти [Электрон. ресурс]. Тольятти, 2012. URL: <http://www.tgl.ru/tgl/meria/zdravoohr.htm> (дата обращения: 10.05.2012).
- Красовский В. О.* Производственно-обусловленные заболевания и эволюция болезней, связанных с работой (аналитический обзор) // Вестн. Твер. гос. ун-та. Сер. Биология и экология. 2008. № 8. С. 51 – 53.
- Кучеренко В. З., Стародубов В. И.* Экономика здравоохранения. М. : МЦФЭР, 2004. 649 с.
- Миняев В. А., Углов Ф. Г., Федосеев Г. Б., Поляков И. В., Жихарев С. С., Ильин М. П., Гриценко В. В., Соловьев В. А., Крякунов К. Н.* Поликлиническое дело / под ред. В. А. Миняева. М. : Медицина, 1987. 320 с.
- Лисицын Ю. П.* Общественное здоровье и здравоохранение. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. 512 с.
- Лисовский В. А., Евсеев С. П., Голофеевский В. Ю., Мироненко А. Н.* Комплексная профилактика заболеваний и реабилитация больных и инвалидов. М. : Сов. спорт, 2004. 320 с.
- Пахомова Ж. В.* Совершенствование диспансеризации работников промышленных предприятий в условиях реализации национального проекта «Здоровье» : дис. ... канд. мед. наук. М., 2008. 187 с.
- Розенберг Г. С., Гелашвили Д. Б., Краснощеков Г. П.* Крутые ступени перехода к устойчивому развитию // Вестн. РАН. 1996. Т. 66, № 6. С. 436 – 440.
- Руководство по медицинской профилактике / под ред. Р. А. Оганова, Р. А. Хальфина. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2006. 464 с.

## ХРОНИКА

### РЕГИОНАЛЬНЫЙ СЕМИНАР «ВОЛЖСКИЙ БАССЕЙН: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ»

18 – 19 мая 2012 г. в г. Тольятти на базе Института экологии Волжского бассейна РАН прошел региональный семинар «Волжский бассейн: состояние и перспективы устойчивого развития», организованный ИЭВБ РАН, Институтом устойчивого развития Общественной палаты Российской Федерации (Москва) и Самарским государственным экономическим университетом. В работе семинара приняли участие более 50 научных работников, преподавателей вузов, специалистов и студентов из Тольятти, Москвы, Самары, Саратова, Нижнего Новгорода, Уфы, Новосибирска.

Первый день семинара был посвящен пленарным докладам. Открыл семинар чл.-корр. РАН **В. М. Захаров** (Москва), сделавший подробный обзор «Устойчивое развитие: проблемы и перспективы (экология и развитие общества)». Он особо остановился на современных проблемах устойчивого развития в свете подготовки к Конференции ООН по устойчивому развитию «Рио + 20», которая должна была пройти через месяц в Рио-де-Жанейро (Бразилия). Основное внимание в докладе было сконцентрировано на российской точке зрения о механизмах достижения устойчивого развития – «зелёной» экономике (включая оценки природного капитала и экосистемных услуг) и экологической модернизации.

Соавторы доклада «Двадцать лет устойчивого развития Самарской области (портрет на фоне Волжского бассейна)» поделили «роли» между собой: чл.-корр. РАН **Г. С. Розенберг** (Тольятти) сосредоточился на особенностях оценки устойчивого развития Волжского бассейна в целом, а проф. **Г. Р. Хасаев** (Самара) основное внимание уделил специфике Самарской области. Так, при анализе истоков экологического кризиса в Поволжье было показано, что напряженная экологическая ситуация здесь возникла еще в конце XIX – начале XX в.; связана она была с прогрессирующим сведением лесов, уменьшением гидрологической сети и водности малых рек, ухудшением условий сельскохозяйственного производства, а также «демографическим взрывом» после отмены крепостного права. В XX в. начинается усиленная индустриализация и урбанизация региона, продолжается рост населения. Изменяется и характер антропогенного нарушения среды – на смену экстенсивной деградации ландшафтов приходит преимущественно локальное химическое загрязнение техногенного характера. Этот естественно-исторический процесс становления территории (сведение лесов → деградация ландшафтов → локальное загрязнение) предлагается учитывать при составлении планов реабилитации любой территории, и, прежде всего, Волжского бассейна, основой которых должен стать процесс «обратной раскрутки»: ликвидация последствий и очистка от загрязнения (чисто инженерная, если не сказать «сантехническая» пробле-

ма) → восстановление ландшафтов → увеличивающееся воспроизводство лесных ресурсов.

Что касается Самарской области, то здесь активно с позиций концепции устойчивого развития анализировалась и Самарская область в целом (часто в сравнении с общероссийскими показателями или для Волжского бассейна), и практически все города области; особо отмечалась крупная разработка, которая касалась устойчивого развития Самарско-Тольяттинской агломерации (1996 г.). В первое десятилетие XXI в. с помощью системы приоритетных индикаторов устойчивого развития для Самарской области (в основном показателей природоёмкости, интенсивности загрязнений и разного рода удельных показателей), отражающих наиболее важные её экологические проблемы, были определены приоритетные направления практической деятельности.

От имени нижегородской группы экологов доклад «Экологическая характеристика Приволжского федерального округа на основе обобщенной функции желательности» сделал проф. **Д. Б. Гелашвили**. Традиционное применение различных показателей, характеризующих устойчивое развитие, предусматривает их изолированный анализ, т. е. анализ каждого показателя по отдельности. Между тем эти показатели совершенно естественным образом группируются по различным основаниям, что делает актуальной разработку методов интегральных оценок таких совокупностей показателей. В докладе в качестве интегрального показателя качества сточных вод использована обобщенная функция желательности (ОФЖ). Применение при расчете ОФЖ в качестве весовых коэффициентов классов опасности загрязняющих веществ позволило повысить степень дискриминации сравниваемых показателей. Работоспособность предложенного алгоритма продемонстрирована при анализе экологической обстановки по показателям загрязнения объектов окружающей среды в субъектах Приволжского федерального округа в рамках концепции устойчивого развития.

О некоторых инновациях в контексте достижения территориями разного масштаба устойчивого развития рассказал в своем докладе «Некоммерческое партнерство "Межрегиональное объединение экологической безопасности" – инструмент достижения устойчивого развития региона» чл.-корр. РАН **А. Г. Зибарев** (Тольятти). В эмоциональном выступлении докладчик убедительно показал, что в Самарской и Оренбургской областях, в Республике Чувашия и в ряде других территорий Волжского бассейна уже накоплен серьезный потенциал оригинальных экологических технологий, внедрение которых не только позволит сократить сбросы / выбросы, но и способно принести существенную прибыль (фактически автор продемонстрировал конструктивность некоторых подходов «зелёной» экономики).

Доклад большой группы башкирских экологов и геоботаников «Сохранение биологического разнообразия как задача устойчивого развития: вклад синтаксономии (на примере Республики Башкортостан)» представил проф. **В. Б. Мартыненко** (Уфа). Он очень подробно и с хорошими иллюстрациями показал важность синтаксономического разнообразия (для растительности Республики Башкортостан выявлено 36 классов и 320 ассоциаций) как параметра в оригинальной системе критериев оценки природоохранной ценности растительных сообществ. Доклад-

чик подчеркнул, что предлагаемая система оценки природоохранной ценности растительных сообществ не лишена недостатков и нуждается в совершенствовании, так как она основывается на субъективных оценках экспертов, не всегда подкрепленных фактическим материалом (не только в Республике Башкортостан, но и в большинстве других регионов страны в настоящее время нет геоботанических карт достаточно крупного масштаба, нет результатов долговременного мониторинга на постоянных площадках и др.). Тем не менее, с учетом большого опыта экспертов, которые оценивали природоохранную ценность растительных сообществ, можно полагать, что предлагаемая система позволяет достаточно объективно отразить распространение и тенденции динамики разных типов растительных сообществ (что и было подтверждено на примере Республики Башкортостан).

В докладе проф. **В. А. Селезнёва** (Тольятти) «Устойчивое водопользование в условиях антропогенного эвтрофирования крупных водохранилищ Волги» были представлены результаты мониторинга качества вод Волги (Саратовское водохранилище) при аномальных погодных условиях в 2010 г. Установлено влияние маловодья на массовое развитие сине-зелёных водорослей и ухудшение качества воды и показано, что в условиях глобального потепления климата проблема антропогенного эвтрофирования водохранилищ будет только усиливаться. При дальнейших исследованиях особое внимание следует обратить на фосфорную нагрузку, которая оказывает первостепенное влияние на устойчивость водных экосистем и лимитирует процесс «цветения» воды. Одной из главных причин чрезмерного поступления фосфора в водохранилища является низкая эффективность очистки сточных вод и несовершенство системы нормирования антропогенной нагрузки. В частности, в качестве критериев нормирования применяются одинаковые для всей территории России предельно допустимые концентрации (ПДК), которые зависят только от вида водопользования и не учитывают региональных особенностей формирования природных вод. В результате устанавливаются ошибочные приоритеты управления антропогенной нагрузкой. В докладе предложена стройная альтернативная система региональных ПДК для весьма узкого спектра веществ двойного генезиса (тех веществ, которые формируются и природой, и антропогенными факторами).

Доклад саратовских специалистов «Биологическая структура и динамика экотонів верхней зоны Волгоградского водохранилища», представленный проф. **Г. В. Шляхтиным**, касался проблем сохранения биоразнообразия как важной составляющей устойчивого развития. За период исследований (с 1975 г. по настоящее время) в верхней зоне Волгоградского водохранилища были выделены два типа высоко динамичных экотонів (естественные и антропогенно измененные). Их функционирование определяется сезонными и многолетними колебаниями уровня воды и эксплуатацией гидроэлектростанций. Была проанализирована структура растительных сообществ и сообществ позвоночных животных, которая сильно варьирует в экотонах разных типов и в значительной степени изменяется по сезонам. Такие изменения в составе комплексов наземных позвоночных обу-

словлены естественными процессами, приводящими к последовательным сменам кормности угодий, изменению их защитных свойств. Изученные экотоны в условиях Волжского бассейна являются неустойчивыми экосистемами, но при экстремальных ситуациях они выступают как рефугиумы биологического разнообразия пойменных экосистем.

Второй день семинара проводился в виде Круглого стола «Здоровье экосистем (методы, нормативы, алгоритмы управления) как фактор достижения устойчивого развития» и был более «демократичен» (доклады сопровождались бурными обсуждениями и дискуссиями). Были заслушаны сообщения **В. М. Захарова** (Москва) «Состояние биоразнообразия и здоровье среды» (с примерами применения уже ставшей классической методики «БИОТЕСТ», определением флуктуирующей асимметрии и пр.), **Т. Д. Зинченко** и **Е. М. Куриной** (Тольятти) «Распространение чужеродных видов гидробионтов в литорали Саратовского водохранилища: современное состояние и возможные пути изменения гидроэкосистем», **А. Ю. Кулагина** и **О. В. Тагировой** (Уфа) «Социально-экологические аспекты природопользования в промышленных центрах Республики Башкортостан» (была продемонстрирована необходимость учета неравномерности распространения лесных насаждений по территории отдельных районов и дифференцированности подхода к обоснованию и проведению природоохранных мероприятий), **И. Е. Трофимова** (Москва) «Оценка здоровья среды по стабильности развития модельных видов» (проиллюстрирована практическая реализация методических подходов «БИОТЕСТ» для оценки здоровья среды), **Г. С. Розенберга** (Тольятти) «Половозрастные пирамиды и устойчивое развитие (размышления над книгой Гуннара Хейнзона)», **С. А. Сенатора** и **С. В. Саксонова** (Тольятти) «Красная книга Волжского бассейна в реализации принципов устойчивого развития», **Ю. А. Холопова** (Самара) «Исследование реакции микроорганизмов почв лесных ценозов на загрязнение тяжелыми металлами», **А. М. Ольшанского** (Новосибирск) и **И. П. Шиманчик** (Тольятти) «Экологический потенциал ландшафта как интегральная геоэкологическая характеристика» (предложена структурная схема и подходы к построению математической модели экологического блока эколого-экономической системы с учетом особенностей её поведения и дальнейших управленческих воздействий), **Н. Г. Лифиренко** и **Д. В. Лифиренко** (Тольятти) «Здоровье населения Волжского бассейна как индикатор устойчивого развития», **Г. Э. Кудиновой** (Тольятти) «Устойчивое развитие экосистем региона: инновационные подходы к управлению биоразнообразием (на примере Самарской области)», **И. О. Родимова** (Самара) «Водные ресурсы как фактор муниципального развития», **А. Г. Розенберг** (Тольятти) «Оценки экосистемных услуг Самарской области», **И. А. Рухленко** (Тольятти) «Синтаксономия гипергалофитных сообществ в моделях устойчивого развития южных регионов России», **О. В. Серовой** и **А. Ф. Кулагинной** (Уфа) «Урало-Поволжский регион: природный потенциал территорий и экологические риски в сфере туризма», **Н. В. Костиной** (Тольятти) «Экспертная система REGION для оценки изменений состояния социо-эколого-экономических систем Волжского бассейна».

Общение экологов, экономистов, социологов, представителей технических специальностей позволило познакомиться, найти «точки соприкосновения», договориться о совместных научных исследованиях. По результатам работы семинара статьи, подготовленные на основе пленарных докладов и материалов круглого стола, рекомендованы и переданы к публикации в «Поволжский экологический журнал» (Саратов), «Вестник Самарского государственного экономического университета» и «Известия Самарского научного центра РАН».

*В. М. Захаров<sup>1</sup>, Г. С. Розенберг<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Институт устойчивого развития Общественной палаты РФ  
Россия, 119334, Москва, Вавилова, 26

E-mail: [ecopolicy@ecopolicy.ru](mailto:ecopolicy@ecopolicy.ru)

<sup>2</sup> Институт экологии Волжского бассейна РАН  
Россия, 445003, Тольятти, Комзина, 10

E-mail: [genarozenberg@yandex.ru](mailto:genarozenberg@yandex.ru)