



СОДЕРЖАНИЕ

Научный отдел

Химия

Шестопалова Н. Б., Петрович М. В., Чернова Р. К. Определение синтетических пищевых красителей E102 и E110 при совместном присутствии 247

Смирнова Т. Д., Желобницкая Е. А., Данилина Т. Г., Неврюева Н. В. Колюминесценция комплексов самария (III) в присутствии некоторых производных тетрациклина 253

Синельцев А. А., Губина Т. И. Адсорбция катионов Fe^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} гранулированными глауконитовыми сорбентами 257

Черкасов Д. Г., Чепурина З. В., Курский В. Ф., Ильин К. К. Топологическая трансформация фазовой диаграммы разреза 1 тетраэдра состава четверной системы нитрат калия – вода – пиридин – масляная кислота в интервале 5–60°C 262

Колядо А. В., Алёнова С. М., Гаркушин И. К. Исследование фазовых равновесий в системе из двухосновных органических кислот: азелаиновой, глutarовой и себацониновой 270

Углонова В. З., Борзов В. М. Оценка экологической безопасности некоторых строительных материалов и изделий 273

Ребров В. Г., Верхов Д. Г., Сидоренко С. В., Усанов А. Д., Скрипаль А. В., Усанов Д. А. Конкурентная сорбция K^+ в присутствии Na^+ бычьим сывороточным альбумином и гемоглобином 279

Биология

Соколов Д. С., Шляхтин Г. В. Значение Красной книги Саратовской области для сохранения ее биологического разнообразия 285

Шляхтин Г. В., Ермохин М. В. Методические основы подготовки третьего издания Красной книги Саратовской области 288

Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Ермохин М. В. Методические принципы процедуры занесения и выведения биологических видов в третьем издании Красной книги Саратовской области 295

Болдырев В. А., Козырева Е. А., Костецкий О. В. Редкие и исчезающие виды грибов и лишайников, рекомендуемые для внесения в третье издание Красной книги Саратовской области 299

Архипова Е. А., Болдырев В. А., Буланый Ю. И., Давиденко О. Н., Козырева Е. А., Лаврентьев М. В., Решетникова Т. Б., Степанов М. В. Виды водорослей, мохообразных, папоротникообразных и голосеменных растений, рекомендуемые для внесения в третье издание Красной книги Саратовской области 301

Архипова Е. А., Болдырев В. А., Буланый Ю. И., Гребенюк С. И., Давиденко О. Н., Давиденко Т. Н., Костецкий О. В., Лаврентьев М. В., Маевский В. В., Невский С. А., Панин А. В., Решетникова Т. Б., Седова О. В., Степанов М. В., Стуков В. И., Худякова Л. П., Шевченко Е. Н., Шилова И. В. Виды цветковых растений, рекомендуемые для внесения в третье издание Красной книги Саратовской области 303

Ермохин М. В., Евдокимов Н. А. Редкие и исчезающие виды водных беспозвоночных, предлагаемые для включения в третье издание Красной книги Саратовской области 309

Аникин В. В., Сажнев А. С. Виды наземных беспозвоночных, рекомендуемые для внесения в новое издание Красной книги Саратовской области 313

Шашуловский В. А., Шляхтин Г. В., Ермолин В. П., Малинина Ю. А. Редкие и исчезающие виды миног и рыб, рекомендуемые для внесения в третье издание Красной книги Саратовской области 318

Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г. Редкие и исчезающие виды амфибий и рептилий, рекомендуемых для внесения в третье издание Красной книги Саратовской области 321

Мосолова Е. Ю., Шляхтин Г. В., Пискунов В. В., Табачишин В. Г., Завьялов Е. В., Беляченко А. В., Мельников Е. Ю., Подольский А. Л., Беляченко А. А. Редкие и исчезающие виды птиц, рекомендуемые к внесению в третье издание Красной книги Саратовской области 323

Беляченко А. В., Шляхтин Г. В., Опарин М. Л., Смирнов Д. Г., Мосолова Е. Ю., Филиппчев А. О. Редкие и исчезающие виды млекопитающих, рекомендуемые к внесению в третье издание Красной книги Саратовской области 329

Экология

Бочкова А. Ю., Севрюкова Г. А. Управление ресурсным потенциалом твердых бытовых отходов Волгоградской области 334

Заигралова Г. Н., Кабанов С. В. Видовое разнообразие и состояние зеленых насаждений центральной части города Саратова 337

Васнецова Е. В., Ксенофонтова О. Ю., Тихонова Д. А., Филимонова Е. А., Савина К. В. Поиск штаммов-деструкторов пестицидов прометрина, ГХЦГ и 4,4-ДДТ в почве территории захоронения пестицидов в Саратовской области 349

Приложения

Personalia

К юбилею доктора биологических наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Геннадия Викторовича Шляхтина 355

Сведения об авторах

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Зарегистрировано в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № 77-7185 от 30 января 2001 года.

Зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-56123 от 15 ноября 2013 года

Индекс издания в объединенном каталоге «Пресса России» 36013, раздел 30 «Научно-технические издания. Известия РАН. Известия вузов».

Журнал выходит 4 раза в год

Заведующий редакцией

Бучко Ирина Юрьевна

Редактор

Митенёва Елена Анатольевна

Художник

Соколов Дмитрий Валерьевич

Редактор-стилист

Степанова Наталия Ивановна

Верстка

Ковалева Наталья Владимировна

Технический редактор

Ковалева Наталья Владимировна

Корректор

Крылова Елена Борисовна

Адрес учредителя и редакции:

410012, Саратов, ул. Астраханская, 83

Тел.: (845-2) 51-45-49, 52-26-89

E-mail: izvestiya@sgu.ru

Подписано в печать 30.09.2016.

Формат 60x84 1/8.

Усл. печ. л. 13,95 (15,0).

Тираж 500 экз. Заказ 147-Т.

Отпечатано в типографии Саратовского университета.

Адрес типографии:

410012, Саратов, Б. Казачья, 112А

© Саратовский университет, 2016

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ**

Журнал публикует научные статьи по всем основным разделам химии, биологии и экологии (антропология, биофизика, биохимия, биотехнология, ботаника, вирусология, генетика, гидробиология, гистология, зоология, иммунология, микология, микробиология, молекулярная биология, физиология, паразитология, почвоведение, цитология, эмбриология, факториальная экология, популяционная экология, экология сообществ, системная экология, прикладная экология, экология человека, аналитическая химия, биоорганическая химия, неорганическая химия, катализ, органическая химия, физическая химия, химия высокомолекулярных соединений и др.).

Объем публикуемой статьи не должен превышать 16 страниц в формате MS Word для Windows.

Статья должна быть аккуратно оформлена и тщательно отредактирована.

Последовательность предоставления материала:

– на русском языке: индекс УДК, название работы, инициалы и фамилии авторов, сведения об авторах (ученая степень, должность и место работы, e-mail), аннотация, ключевые слова, текст статьи, благодарности и ссылки на гранты, библиографический список;

– на английском языке: название работы, инициалы и фамилии авторов, сведения об авторах (ученая степень, должность и место работы, e-mail), аннотация, ключевые слова.

Требования к аннотации и библиографическому списку:

– аннотация не должна содержать сложных формул, ссылок на список литературы, по содержанию повторять название статьи, быть насыщена общими словами, не излагающими сути исследования; оптимальный объем 500–600 знаков;

– в списке литературы должны быть указаны только процитированные в статье работы; ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Образцы оформления различных источников приведены в правилах для авторов по адресу: <http://www.ichbe.sgu.ru/ru/dlya-avtorov>.

Датой поступления статьи считается дата поступления ее окончательного варианта. Возвращенная на доработку статья должна быть прислана в редакцию не позднее чем через 3 месяца. Возвращение статьи на доработку не означает, что статья будет опубликована, после переработки она вновь будет рецензироваться. Материалы, отклоненные редколлегией, не возвращаются.

Адреса для переписки с редколлегией серии: ichbe-sgu@yandex.ru; 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, биологический факультет, ответственному секретарю журнала «Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология».

CONTENTS**Scientific Part****Chemistry**

Shestopalova N. B., Petrovich M. V., Chernova R. K. Simultaneous Determination of Synthetic Food Dyes E102 and E110 247

Smirnova T. D., Zhelobitskaya E. A., Danilina T. G., Nevryueva N. V. Luminescent Properties of Samarium (III) in the Presence of Same Tetracycline Derivatives 253

Sineitsev A. A., Gubina T. I. Adsorption of Fe²⁺, Mn²⁺, Cu²⁺, Cd²⁺ Cations Using Granular Glauconite Sorbents 257

Cherkasov D. G., Chepurina Z. V., Kurskii V. F., Il'in K. K. Topological Transformation of Phase Diagrams for Cut 1 of the Quaternary System Potassium Nitrate – Water – Pyridine – Butyric Acid in 5–60°C 262

Kolyado A. V., Alenova S. M., Garkushin I. K. Research of Phase Equilibriums in a System of Dibasic Organic Acids: Azelaic, Glutaric and Sebacic 270

Uglanova V. Z., Borzov V. M. Assessment of the Environmental Safety of Some Building Materials and Products 273

Rebrov V. G., Verkhov D. G., Sidorenko S. V., Usanov A. D., Skripal A. V., Usanov D. A. Competitive Binding of K⁺ in the Presence of Na⁺ with Bovine Serum Albumin and Hemoglobin 279

Biology

Sokolov D. S., Shlyakhtin G. V. Importance of the Saratov Region Red Book for the Preservation of Biological Diversity 285

Shlyakhtin G. V., Yermokhin M. V. Methodical Bases Preparation of the Third Edition Red Book of the Saratov Region 288

Shlyakhtin G. V., Tabachishin V. G., Yermokhin M. V. Methodical Principles of the Procedure of Entering and Deleting Biological Species in the Third Edition of the Red Data Book of the Saratov Region 295

Boldyrev V. A., Kozyreva E. A., Kostetsky O. V. Rare and Disappearing Fungus and Lichens Species to Be Included Into the Third Edition of the Red Book of Saratov Region 299

Arkipova E. A., Boldyrev B. A., Bulany Yu. I., Davidenko O. N., Kozyreva E. A., Lavrentiev M. V., Reshetnikova T. B., Stepanov M. V. Algae, Mossy, Pteridophytes and Gymnosperm Plant Species to Be Included Into the Third Edition of the Red Book of Saratov Region 301

Arkipova E. A., Boldyrev B. A., Bulanaya M. V., Bulany Yu. I., Grebenyuk S. I., Davidenko O. N., Davidenko T. N., Kostetsky O. V., Lavrentiev M. V., Mayevski V. V., Nevskiy S. A., Panin A. V., Reshetnikova T. B., Sedova O. V., Stepanov M. V., Stukov V. I., Khudyakova L. P., Shevchenko E. N., Shilova I. V. Flowering Plant Species to Be Included Into the Third Edition of the Red Book of Saratov Region 303

Yermokhin M. V., Yevdokimov N. A. The Rare and Endangered Species of Water Invertebrates Offered for Inclusion in the Third Edition of the Red Book of the Saratov Region 309

Anikin V. V., Sazhnev A. S. The Recommended Species of Terrestrial Invertebrates for Including in the New Edition of the Red Book of Saratov Province 313

Shashulovski V. A., Shlyakhtin G. V., Ermolin V. P., Malinina Yu. A. Rare and Disappearing Species Cephalaspidomorphi and Fish to Be Included into the Third Edition of Red Book of the Saratov Region 318

Shlyakhtin G. V., Tabachishin V. G. Rare and Disappearing Species of Amphibians and Reptiles to Be Included into the Third Edition of Red Book of the Saratov Region 321

Mosolova E. Yu., Shlyakhtin G. V., Piskunov V. V., Tabachishin V. G., Zavalov E. V., Belyachenko A. V., Podolskiy A. L., Melnikov E. Yu., Belyachenko A. A. Rare and Disappearing Birds in the Red Book of Saratov Region 323

Belyachenko A. V., Shlyakhtin G. V., Oparin M. L., Smirnov D. G., Mosolova E. J., Filipechev A. O. The Rare and Endangered Species of Mammals Recommended for Entering into the Third Edition of the Red Book of the Saratov Region 329

Ecology

Bochkova A. Yu., Sevryukova G. A. Management of the Resource Potential of Municipal Solid Waste of the Volgograd Region 334

Zaigralova G. N., Kabanov S. V. Status and Species Diversity of Community Landscape of the Central Part of the City of Saratov 337

Vasnetsova E. V., Ksenofontova O. Y., Tikhonova D. A., Filimonova E. A., Savina K. V. Search of Bacteria Destroyers of Pesticides Prometrin, Hexachlorocyclohexane (HCH), Dihlordifenitrihlorometilmetan (4,4-DDT) in Soil with Pesticides Burial Places in the Saratov Region 349

Appendices**Personalia**

To Anniversary of G. V. Shlyakhtin 355

Information about the Authors

357



**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА
«ИЗВЕСТИЯ САРАТОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. НОВАЯ СЕРИЯ»**

Главный редактор

Чумаченко Алексей Николаевич, доктор геогр. наук, профессор (Саратов, Россия)

Заместитель главного редактора

Короновский Алексей Александрович, доктор физ.-мат. наук, профессор (Саратов, Россия)

Ответственный секретарь

Халова Виктория Анатольевна, кандидат физ.-мат. наук, доцент (Саратов, Россия)

Члены редакционной коллегии:

Балаш Ольга Сергеевна, кандидат экон. наук, доцент (Саратов, Россия)

Бучко Ирина Юрьевна, директор Издательства Саратовского университета (Саратов, Россия)

Данилов Виктор Николаевич, доктор ист. наук, профессор (Саратов, Россия)

Ивченков Сергей Григорьевич, доктор социол. наук, профессор (Саратов, Россия)

Коссович Леонид Юрьевич, доктор физ.-мат. наук, профессор (Саратов, Россия)

Макаров Владимир Зиновьевич, доктор геогр. наук, профессор (Саратов, Россия)

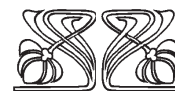
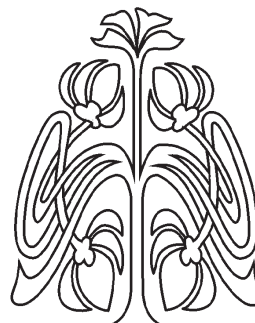
Прозоров Валерий Владимирович, доктор филол. наук, профессор (Саратов, Россия)

Усанов Дмитрий Александрович, доктор физ.-мат. наук, профессор (Саратов, Россия)

Устьянцев Владимир Борисович, доктор филос. наук, профессор (Саратов, Россия)

Шамионов Раиль Мунирович, доктор психол. наук, профессор (Саратов, Россия)

Шляхтин Геннадий Викторович, доктор биол. наук, профессор (Саратов, Россия)



**EDITORIAL BOARD OF THE JOURNAL
«IZVESTIYA OF SARATOV UNIVERSITY. NEW SERIES»**

Editor-in-Chief – Chumachenko A. N. (Saratov, Russia)

Deputy Editor-in-Chief – Koronovskii A. A. (Saratov, Russia)

Executive Secretary – Khalova V. A. (Saratov, Russia)

Members of the Editorial Board:

Balash O. S. (Saratov, Russia)

Buchko I. Yu. (Saratov, Russia)

Danilov V. N. (Saratov, Russia)

Ivchenkov S. G. (Saratov, Russia)

Kossovich L. Yu. (Saratov, Russia)

Makarov V. Z. (Saratov, Russia)

Prozorov V. V. (Saratov, Russia)

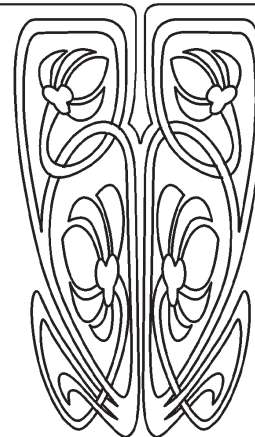
Usanov D. A. (Saratov, Russia)

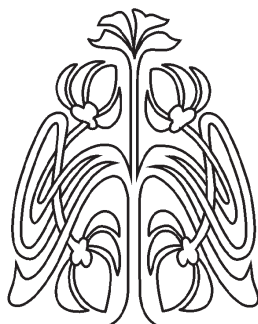
Ustiantsev V. B. (Saratov, Russia)

Shamionov R. M. (Saratov, Russia)

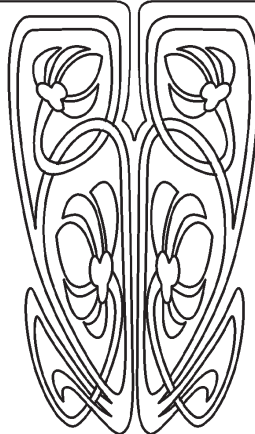
Shlyakhtin G. V. (Saratov, Russia)

**РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ**





**РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ**



**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА
«ИЗВЕСТИЯ САРАТОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. НОВАЯ СЕРИЯ.
СЕРИЯ: ХИМИЯ. БИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ»**

Главный редактор

Шляхтин Геннадий Викторович, доктор биологических наук, профессор (Саратов, Россия)

Заместитель главного редактора

Федотова Ольга Васильевна, доктор химических наук, профессор (Саратов, Россия)

Ответственный секретарь

Глинская Елена Владимировна, кандидат биологических наук, доцент (Саратов, Россия)

Члены редакционной коллегии:

Аникин Василий Викторович, доктор биологических наук, профессор (Саратов, Россия).

Болдырев Владимир Александрович, доктор биологических наук, профессор
(Саратов, Россия)

Грибов Лев Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, чл.-корр. РАН
(Москва, Россия)

Кашин Александр Степанович, доктор биологических наук, профессор (Саратов, Россия)

Коннова Светлана Анатольевна, доктор биологических наук, профессор (Саратов, Россия)

Кузьмина Раиса Ивановна, доктор химических наук, профессор (Саратов, Россия)

Муштакова Светлана Петровна, доктор химических наук, профессор (Саратов, Россия)

Розенберг Геннадий Самуилович, доктор биологических наук, профессор, чл.-корр. РАН
(Тольятти, Россия)

Чернова Римма Кузьминична, доктор химических наук, профессор (Саратов, Россия)

Шиповская Анна Борисовна, доктор химических наук, доцент (Саратов, Россия)

**EDITORIAL BOARD OF THE JOURNAL
«IZVESTIYA OF SARATOV UNIVERSITY. NEW SERIES.
SERIES: CHEMISTRY. BIOLOGY. ECOLOGY»**

Editor-in-Chief – Shlyakhtin G. V. (Saratov, Russia)

Deputy Editor-in-Chief – Fedotova O. V. (Saratov, Russia)

Executive Secretary – Glinskay E. V. (Saratov, Russia)

Members of the Editorial Board:

Anikin V. V. (Saratov, Russia)

Boldyrev V. A. (Saratov, Russia)

Gribov L. A. (Moscow, Russia)

Kashin A. S. (Saratov, Russia)

Konnova S. A. (Saratov, Russia)

Kuzmina R. I. (Saratov, Russia)

Mushtakova S. P. (Saratov, Russia)

Rozenberg G. S. (Toliatty, Russia)

Chernova R. K. (Saratov, Russia)

Shipovskay A. B. (Saratov, Russia)



ХИМИЯ

УДК 543.422.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПИЩЕВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ E102 И E110 ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИСУТСТВИИ

Н. Б. Шестопалова, М. В. Петрович, Р. К. Чернова

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: shestopalovanb@yandex.ru

Метод производной спектрофотометрии при нулевом пересечении предложен для количественного определения синтетических пищевых красителей Тартразина (E102) и Желтого «солнечный закат» (E110) при совместном присутствии. Метод апробирован на модельных смесях и применен для определения содержания красителей в газированных безалкогольных напитках. Погрешность не превышает 7%.

Ключевые слова: синтетические пищевые красители, Тартразин, Желтый «солнечный закат», производная спектрофотометрия, безалкогольные напитки.

Simultaneous Determination of Synthetic Food Dyes E102 and E110

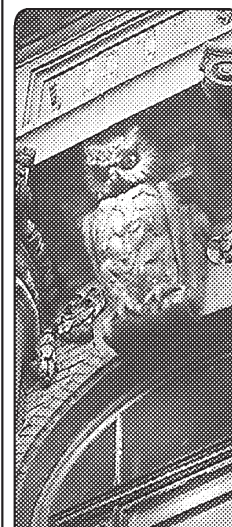
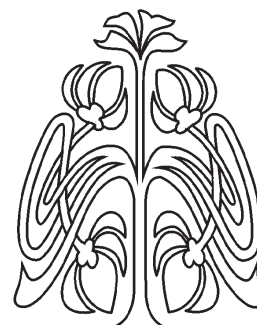
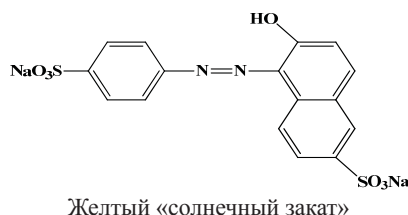
N. B. Shestopalova, M. V. Petrovich, R. K. Chernova

The method of derivative spectrophotometry with measurements at zero-crossing wavelengths is proposed for simultaneous quantitative determination of synthetic food dyes Tartrazine (E102) and «Sunset yellow» (E110). The method was tested on model mixtures and applied to determine the content of dyes in carbonated soft drinks. The error does not exceed 7%.

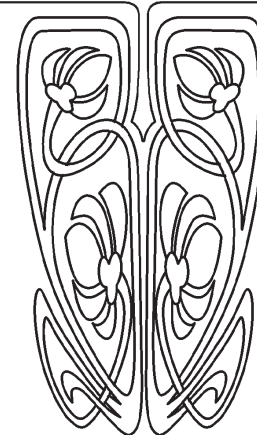
Key words: synthetic food dyes, Tartrazine, «Sunset yellow», derivative spectrophotometry, soft drinks.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-247-253

Синтетические красители (СК) широко применяются в пищевой промышленности для придания, усиления или восстановления окраски широкого ассортимента продуктов питания [1, 2]. В организме человека СК могут восстанавливаться до потенциально опасных токсичных соединений, вызывать различные аллергические реакции, гиперактивность у детей и т.д. [1]. Так, например, широко применяющиеся азокрасители Желтый «солнечный закат» (E110) и Тартразин (E102) могут восстанавливаться до токсичных аминов.



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





В связи с этим содержание красителей в пищевых объектах необходимо строго контролировать. В настоящее время разработаны ГОСТы на определение СК в карамели, алкогольных напитках, специях. Основными методами определения пищевых красителей являются: спектрофотометрия, хроматография, капиллярный электрофорез [3–6].

Технология производства пищевых продуктов предусматривает применение не только индивидуальных СК, но и смешанных композиций (чаще из двух или трёх красителей), что позволяет получать цвета и оттенки, недоступные при использовании индивидуальных соединений. Определение содержания индивидуальных СК в этих случаях представляет ряд трудностей. Рекомендованные ГОСТ методики разработаны лишь для индивидуальных красителей. Для решения этой задачи может быть применен метод производной спектрофотометрии [7]. Он позволяет проводить идентификацию компонентов сложных смесей, поглощающих при близких длинах волн и в условиях наложения спектров друг на друга, что имеет место в рассматриваемых системах.

Производная спектрофотометрия – современный вариант спектрофотометрического метода анализа, находящий все большее применение, особенно при анализе сложных многокомпонентных систем. В производной спектрофотометрии аналитическим сигналом служит не оптическая плотность (A), а её производная $\Delta A/\Delta\lambda$. В настоящее время используют производные от первого до пятого порядка. Для производных спектров поглощения, построенных в координатах $\lambda-\Delta A/\Delta\lambda$, точно так же, как и для исходных (в координатах $\lambda-A$), выполняется и линейная зависимость аналитического сигнала от концентрации поглощающего вещества, и аддитивность аналитических сигналов при наличии в системе нескольких поглощающих компонентов. Однако производные спектры обладают значительно более четко выраженной структурой, чем исходные, поскольку ширина спектральной полосы при дифференцировании уменьшается. Выбор подходящего порядка дифференцирования часто позволяет добиться полного разделения спектральных полос компонентов.

Следует также учитывать, что при многократном дифференцировании погрешности результатов существенно возрастают. Поэтому на практике чаще всего используют производные спектры 1–2-го порядков [8].

В случае спектра поглощения с одним выраженным максимумом первая производная будет иметь два пика – положительный, соответствующий

максимальному увеличению оптической плотности, и отрицательный, соответствующий максимальному уменьшению плотности. Координаты экстремумов соответствуют точкам перегиба исходной полосы поглощения. Максимуму поглощения соответствует точка нулевого пересечения. На этом свойстве первой производной спектра поглощения основан метод «нулевого пересечения» («zero-crossing») при определении содержания компонентов в многокомпонентных смесях.

В случае многокомпонентной системы характерному максимуму поглощения каждого соединения в первой производной спектра соответствует точка нулевого пересечения при определенной длине волны. Определение концентрации компонентов при совместном присутствии с помощью метода нулевого пересечения состоит в измерении значения производной одного компонента при длине волны, при которой производная второго компонента принимает нулевое значение. В первой производной спектра поглощения смеси компонентов при длине волны, соответствующей «нулевому пересечению» одного из компонентов, значение производной будет пропорционально концентрации другого компонента. На практике выбирается то значение производной, для которого имеется точное или почти точное нулевое пересечение с осью координат и имеется лучший линейный отклик (градуировочный график). Это значение менее подвержено влиянию концентрации любого другого компонента.

Цель данной работы состояла в оценке возможности применения метода производной спектрофотометрии для определения E110 и E102 при совместном присутствии в модельных растворах и газированных напитках.

Экспериментальная часть

Реагенты и аппаратура: синтетические пищевые красители Желтый «солнечный закат» (E110) и Тартразин (E102) были предоставлены ООО «Аллегро-Специи» (Саратов). Идентификацию осуществляли по электронным спектрам поглощения; содержание основного вещества определяли согласно [4]. Исходные растворы с концентрацией 0,1 г/л готовили растворением точных навесок в дистиллированной воде, с учетом массовой доли основного вещества красителя.

Электронные спектры поглощения регистрировали на спектрофотометре Shimadzu UV – 1800 (спектральный диапазон 190–1100 нм, $l = 1$ см). Производные спектров рассчитывали с помощью программного обеспечения UVProbe- 2.31.



Для построения градуировочных зависимостей оптической плотности растворов индивидуальных красителей от их концентрации аликвоту исходного раствора красителя подбирали так, чтобы его концентрация составляла 1–15 мг/л. Поскольку удельные коэффициенты светопоглощения $E_{1\text{см}}^{1\%}$ для E102 и E110 составляют 530 и 555 соответственно [4], диапазон концентраций красителей был подобран так, чтобы оптическая плотность самого концентрированного раствора не превышала единицы.

Спектры поглощения регистрировали в диапазоне 350–750 нм с интервалом 0,2 нм. Первые производные каждого спектра рассчитывали при $\Delta\lambda = 8$ нм с масштабированием равным 100.

Результаты и их обсуждение

Программное обеспечение UVProbe-2.31 позволяет проводить различные математические операции с регистрируемыми спектрами поглощения. Регистрация спектра поглощения с выбранным шагом определяет $\Delta\lambda$, при котором рассчитывается первая производная. Так, при сканировании спектра поглощения через 0,2 нм можно получить первую производную при $\Delta\lambda$ равной 2, 4, 8 и 16 нм.

Основные экспериментальные параметры (приращение длины волны, на которой получена производная $\Delta\lambda$, масштабируемый фактор) влияют на форму спектров производной и на скорость сканирования. Поэтому эти параметры были оптимизированы для получения высокой чувствительности и селективности. Оптимальное значение $\Delta\lambda$ определяется разрешением спектра и концентрацией пробы, с учетом уровня шума. Нами было протестировано четыре различных значения $\Delta\lambda$: 2 нм, 4 нм, 8 нм, 16 нм.

Оптимальными параметрами для получения первой производной спектра поглощения красителя явились: регистрирование спектра с интервалом 0,2 нм; расчет производной при $\Delta\lambda=8$ нм; масштабирование – 100.

Электронные спектры поглощения водных растворов красителей E110 и E102 и их смеси представлены на рис. 1.

Как видно из рис. 1, спектры поглощения водных растворов E102 и E110 имеют широкие полосы поглощения с характеристическими максимумами при $\lambda_{\text{max1}} = 427$ нм для E102 и $\lambda_{\text{max1}} = 483$ нм для E110.

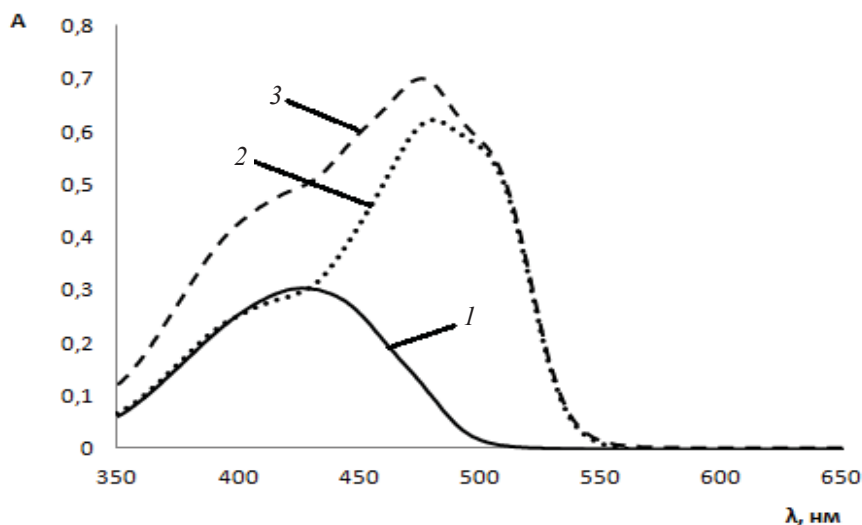


Рис. 1. Электронные спектры поглощения индивидуальных красителей E102 (1), E110 (2) и их смеси (3). ($C_{\text{E102}} = 6$ мг/л, $C_{\text{E110}} = 12$ мг/л)

На рис. 2 видно, что первые производные спектров поглощения красителей E102 и E110 перекрываются в определенной области, поэтому для определения их при совместном присутствии использовали «метод нулевого пересечения» при $\lambda_1=483$ нм, $\lambda_2=427$ нм и $\lambda_3=538$ нм. Длины волн выбирали так, чтобы спектр первой производной E102 пересекался с осью абсцисс в отсутствие E110 и наоборот.

Для определения E102 строили градуировочный график по значениям его первых производных при 483 нм (точка нулевого пересечения первой производной спектра поглощения E110 (рис. 3, а). Для определения E110 строили градуировочный график по значениям первых производных его спектров поглощения при 427 нм и 538 нм (точки нулевого пересечения первой производной спектра E102) (рис. 3, б).

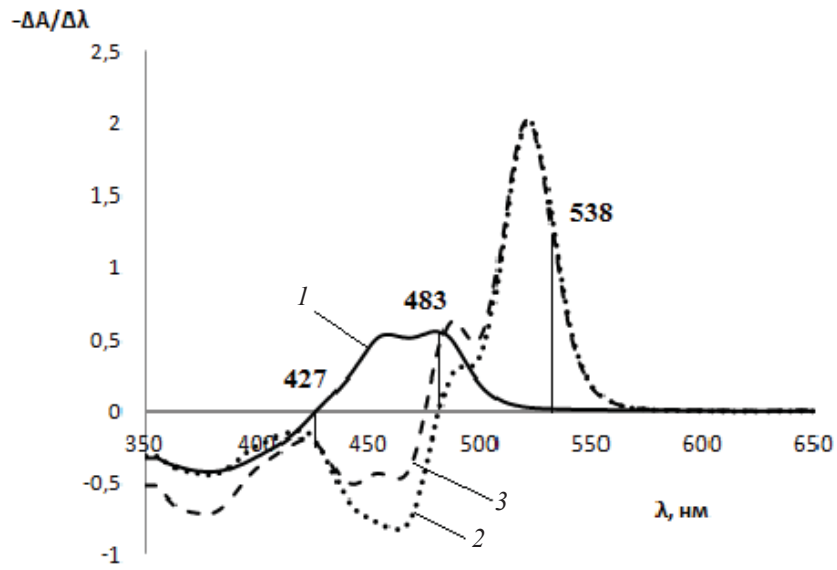
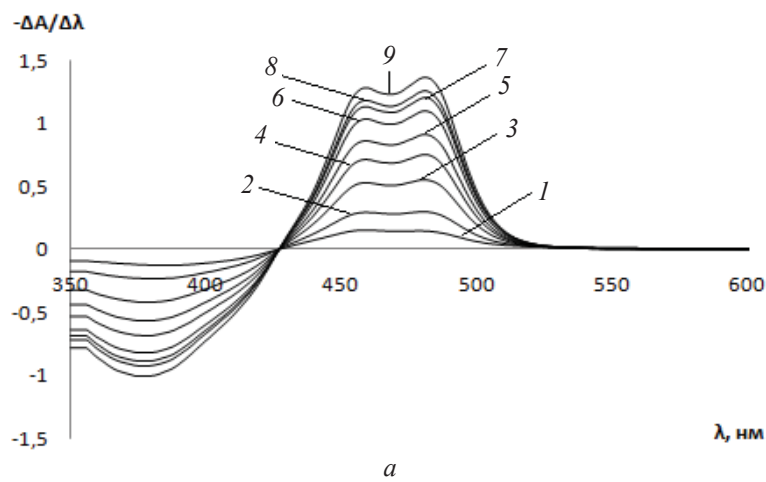
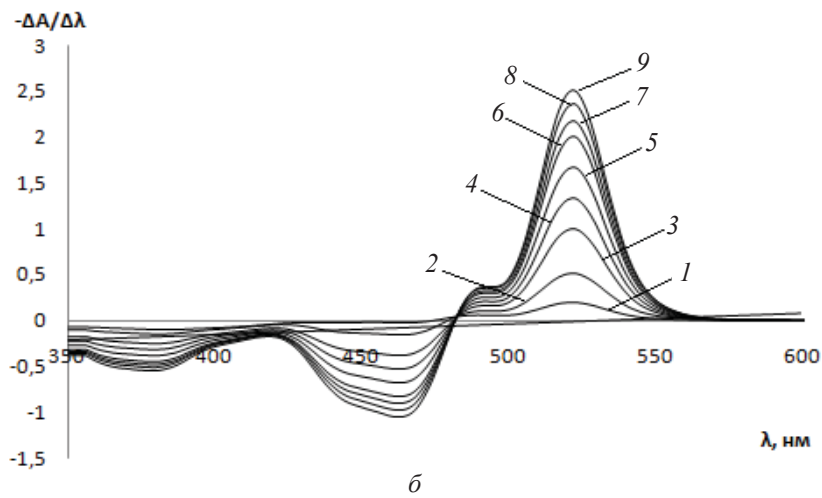


Рис. 2. Первые производные спектров E102 (1), E110 (2) и их смеси (3)
($C_{E102} = 6$ мг/л, $C_{E110} = 12$ мг/л)



a



б

Рис. 3. Первые производные спектров E102 (a) и E110 (б), мг/л: (1 – 1, 2 – 3, 3 – 6, 4 – 8, 5 – 10, 6 – 12, 7 – 13, 8 – 14, 9 – 15)



Уравнения градуировочных характеристик, диапазон линейности и коэффициенты регрессии представлены в табл. 1.

Полученные уравнения и коэффициенты регрессии градуировочных зависимостей свидетельствуют об их линейности во всем интервале исследуемых концентраций красителей.

Для оценки правильности определения индивидуальных красителей E102 и E110 при совместном присутствии нами были апробированы модельные смеси. Результаты определения концентраций, полученные с помощью метода производной спектрофотометрии при нулевом пересечении, представлены в табл. 2.

Таблица 1
Уравнения градуировочных зависимостей для E102 и E110

Длина волны, нм	Уравнение	Коэффициент регрессии	Диапазон, мг/мл
483	$y = 0,0878x + 0,0316$	0.9995	1–15
427	$y = 0,0183x + 0,0030$	0.9993	1–15
538	$y = 0,0615x + 0,0173$	0.9997	1–15

Таблица 2
Результаты определения концентрации E102 и E110 в модельных смесях методом производной спектрофотометрии

Введено, мг/л		Найдено, мг/л			Правильность, %		
E102	E110	E102		E110	483 нм	427 нм	538 нм
		483 нм	427 нм	538 нм			
4,8	36,0	4,7	35,0	35,1	98	97	98
8,8	28,0	8,4	28,0	27,2	96	100	97
12,8	20,0	12,3	20,6	21,0	96	103	105
16,0	12,0	15,5	11,9	12,4	97	99	103
20,0	4,0	19,4	4,3	4,0	97	107	100
18,4	20,0	18,1	22,6	22,4	98	113	112

Как видно из представленных данных, правильность определения зависит как от концентрации отдельных компонентов, так и от их соотношения и варьируется в диапазоне 96–113%.

На практике для получения определенных цветов и оттенков напитков используют смесевые красители с определенными установленными соотношениями СК [1]. Например, для создания водного раствора красителя цвета «Апельсино-

вый» в состав входят E102 и E110 в соотношении 20:55, а для создания цвета «Яичный» – в соотношении 60:40.

В связи с этим нами было определено содержание красителей в модельных смесях при соотношениях E102:E110: 1:2,4 и 1,5:1 (табл. 3). Состав таких смесей близок к используемым в технологических процессах. Диапазон концентраций индивидуальных красителей составлял 5–12 мг/л.

Таблица 3
Результаты определения красителей E102 и E110 в модельных технологических смесях ($n=3$, $P=0,95$)

Введено, мг/л		Найдено, мг/л			Правильность, %			δ, %		
E102	E110	E102		E110	E102	E110		E102	E110	
		483 нм	427 нм	538 нм		483 нм	427 нм		538 нм	483 нм
5,0	12,0	5,1±0,2	12,2±0,2	11,7±0,4	102	102	98	3,9	1,6	3,4
7,5	5,0	7,4±0,1	5,3±0,3	4,9±0,3	99	106	99	1,4	5,7	6,1

Как видно из данных табл. 3, правильность составляет 98–106%, погрешность не превышает 7%.

Метод производной спектрофотометрии при нулевом пересечении нами было применен для

определения содержания пищевых красителей E102 и E110 в безалкогольном газированном напитке «Mirinda», содержащем E110 (ООО «ПепсиКо Холдингс», Россия). Краситель E102 был введен в качестве добавки. Предварительно



было определено содержание красителя E110 в напитке, которое составило $49,8 \pm 0,1$ мг/л. Состав: вода, сахар, газ для насыщения напитков (диоксид углерода), регулятор кислотности (E330, E331), консервант (E211), краситель (E110), антиокислитель (E300), натуральный ароматизатор «Апельсин».

Влияние матрицы газированного напитка на определение индивидуальных красителей E102 и E110 при совместном присутствии было изучено на модельных смесях с использованием в качестве матрицы напитка «7up» (ООО «ПепсиКо Холдингс», Россия). Состав: вода, сахар, газ для насыщения напитков (диоксид углерода), регулятор кислотности (E296, E330, E331), консервант (E211), подсластители (E950, E955), натуральный ароматизатор.

Исследованные напитки предварительно дегазировали перемешиванием.

Определение E102 и E110 в напитке «Mirinda». В мерную колбу вместимостью

10 мл помещали соответствующую аликвоту исходного 0,1 г/л раствора E102, добавляли аликвоту (2,5 и 1 мл) напитка и доводили до метки дистиллированной водой. Полученные растворы спектрофотометрировали при выбранных условиях, затем рассчитывали первую производную каждого спектра при оптимальных параметрах. Находили значения первой производной при 483, 427 и 538 нм. Концентрации красителей рассчитывали по градуировочным зависимостям (см. табл. 1).

Определение E102 и E110 в газированном напитке «7up». Для создания модельных смесей в мерную колбу вместимостью 10 мл помещали соответствующие аликвоты исходных растворов E102 и E110 (0,5 и 1,2 мл; 0,75 и 0,5 мл соответственно), добавляли напиток до общего объема 10 мл. Определение содержания красителей проводили согласно вышеописанной методике.

Соотношение концентраций и найденное содержание красителей представлены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты определения красителей E102 и E110 в напитке «Mirinda» и в модельных растворах на матрице напитка «7up» ($n = 3, P = 0,95$)

Введено, мг/л		Найдено, мг/л			δ, %		
E102	E110	E102	E110		E102	E110	
		483 нм	427 нм	538 нм	483 нм	427 нм	538 нм
<i>«Mirinda»</i>							
5,0	12,0	$5,1 \pm 0,1$	$11,9 \pm 0,3$	$11,6 \pm 0,4$	2,0	2,5	3,4
7,5	5,0	$7,4 \pm 0,2$	$4,9 \pm 0,2$	$4,8 \pm 0,3$	2,7	4,1	6,3
<i>«7up»</i>							
5,0	12,0	$4,9 \pm 0,2$	$11,5 \pm 0,5$	$12,5 \pm 0,5$	4,1	4,3	4,0
7,5	5,0	$7,2 \pm 0,4$	$5,1 \pm 0,2$	$5,2 \pm 0,3$	5,6	3,9	5,8

Полученные результаты показывают, что при определении индивидуальных красителей E102 и E110 в безалкогольных газированных напитках методом производной спектрофотометрии при нулевом пересечении погрешность не превышает 7%, матрица объекта не оказывает существенного влияния на определение.

Заключение

Проведен выбор оптимальных параметров для регистрации спектров поглощения синтетических красителей E102 и E110 и их математической обработки: расчета первой производной в программе UVProbe- 2.31.

Метод «нулевого пересечения» первых производных применен для определения E102 и E110 в модельных растворах. Показано, что правильность определения зависит от концен-

трации каждого компонента и их соотношений и варьирует в интервале 88–123%.

Методом «нулевого пересечения» определено содержание каждого из исследуемых СК в газированных напитках «Mirinda» и «7up». Показано, что матрица напитков не оказывает влияния на результаты определения, погрешность не превышает 7%.

Список литературы

1. Смирнов Е. В. Пищевые красители : справочник. СПб. : Профессия, 2009. 352 с.
2. Сарафанова Л. А. Пищевые добавки : энцикл. СПб. : ГИОРД, 2003. 688 с.
3. ГОСТ Р 52470-2005. Продукты пищевые. Методы идентификации и определения массовой доли синтетических красителей в алкогольной продукции. М. : Стандартинформ, 2006. 28 с.



- ГОСТ Р 52671-2006. Продукты пищевые. Методы идентификации и массовой доли синтетических красителей в карамели. М. : Стандартинформ, 2007. 24 с.
- ГОСТ Р 52825-2007. Продукты пищевые. Метод определения наличия синтетических красителей в пряностях. М. : Стандартинформ, 2008. 13 с.
- ГОСТ Р 31765-2012. Вина и виноматериалы. Опреде-

- ление синтетических красителей методом капиллярного электрофореза. М. : Стандартинформ, 2013. 12 с.
- Бернштейн И. Я., Каминский Ю. Л. Спектрофотометрический анализ в органической химии. Л. : Химия, 1975. 232 с.
- Основы аналитической химии : в 2 т. Т. 1 / под ред. акад. РАН Ю. А. Золотова. М. : Высш. шк., 1996. 384 с.

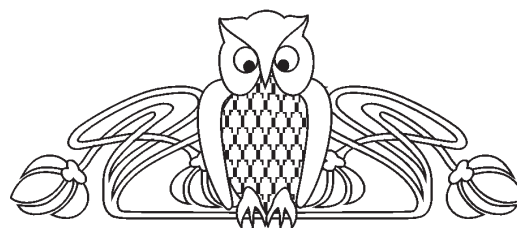
УДК 544.522.121.2:546.661:615.33

КОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ КОМПЛЕКСОВ САМАРИЯ (III) В ПРИСУТСТВИИ НЕКОТОРЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТЕТРАЦИКЛИНА

Т. Д. Смирнова¹, Е. А. Желобецкая¹,
Т. Г. Данилина¹, Н. В. Неврюева²

¹Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского

²Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского
E-mail: smirnovatd@mail.ru



Показано проявление эффекта колюминесценции на системе комплексов самария (III) и гадолиния (III) в присутствии теноилтрифторацетона и 1,10-фенантролина. Увеличение интенсивности свертывательного перехода в люминесцирующем ионе комплексобразователя Sm^{3+} зависит от природы лигандов и возможности образования микро- и наночастиц в системе. Установлено, что в присутствии некоторых производных тетрациклина интенсивность колюминесценции уменьшается.

Ключевые слова: тетрациклины, колюминесценция, гадолиний, самарий, перенос энергии возбуждения.

Luminescent Properties of Samarium (III) in the Presence of Some Tetracycline Derivatives

T. D. Smirnova, E. A. Zhelobitskaya,
T. G. Danilina, N. V. Nevryueva

Manifestation system to effect luminescence complexes of samarium (III) and gadolinium (III) in the presence of thenoyltrifluoroacetone and 1,10-phenanthroline. Increased intensity supersensitivity transition in luminescent ion complexing agent depends on the nature of the ligand and the formation of micro- and nanoparticles in the system. It is found that in the presence of tetracycline derivatives sensitized fluorescence intensity decreases.

Key words: tetracyclines, columinescence, gadolinium, samarium, excitation energy transfer.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-253-257

Одним из перспективных методов биоанализа является люминесцентный с использованием в качестве метки хелатов редкоземельных металлов с их уникальными свойствами – значительным стоксовым сдвигом, узкими полосами возбуждения и эмиссии, длительным временем

жизни и высокой фотостабильностью. Известны многочисленные примеры флуориметрического определения антибиотиков фторхинолонового, хинолонового и тетрациклинового рядов с помощью разнолигандных хелатов европия и тербия в присутствии мицелл анионных и неионогенных ПАВ. С целью увеличения интенсивности сенсibilизированной флуоресценции лантанидов часто прибегают к эффекту колюминесценции, суть которого заключается в сочетании межмолекулярного переноса энергии возбуждения от лигандов комплекса второго лантанида к комплексу люминесцирующего РЗЭ и внутримолекулярного переноса энергии при условии более высокого расположения уровня первого возбужденного состояния второго лантанида. Формирование самоорганизующихся микро- и наноразмерных структур способствует увеличению интенсивности сенсibilизированной флуоресценции до 2–3 порядков.

Впервые эффект колюминесценции наблюдал Н. С. Полуэтов для комплексов Eu^{3+} и Sm^{3+} с теноилтрифторацетоном и 1,10-фенантролином в присутствии ионов Gd^{3+} [1]. В работах В. Л. Ермолаева и Е. Б. Свешниковой обсуждены основные закономерности колюминесценции ионов лантанидов, внедренных в наночастицы комплексов РЗЭ с β -дикетонами [2]. Эффект колюминесценции максимально проявляется в оптимальных условиях образования флуоресцирующего комплекса, в присутствии избытка сенсibilизирующих лигандов по отношению



к незначительным концентрациям флуоресцирующего иона и второго иона РЗЭ, который не дает сигнал эмиссии. Увеличение интенсивности эмиссии комплекса связано с формированием наночастиц с большей абсорбционной способностью, обеспечивающей высокоэффективный перенос энергии в системе. Значительное увеличение интенсивности люминесценции свидетельствует о подавлении процесса безызлучательной дезактивации в результате внедрения флуоресцирующего комплекса в наночастицы [3].

Практическое применение колюминесценции связано с определением ионов Eu^{3+} [4] и Sm^{3+} [5, 6]. Методики отличаются низким пределом обнаружения Eu^{3+} – $1 \cdot 10^{-13}$ М, Sm^{3+} – $8 \cdot 10^{-11}$ М [5] и $8 \cdot 10^{-12}$ М [6], а также высокой избирательностью.

В анализе биологически активных веществ колюминесценция используется не часто в связи с низкой липофильностью аналитов. Известны лишь примеры флуориметрического определения АТФ, основанные на тушении сенсibilизированной колюминесценции комплексов Eu^{3+} и Gd^{3+} с теноилтрифторацетоном и 1,10-фенантролином (триоктилфосфиноксидом) в присутствии мицелл неионогенного ПАВ [7].

Измерение колюминесценции в сочетании с регистрацией с разрешением во времени широко используется в иммуноанализе для определения концентрации ионов РЗЭ и белков.

Хелаты Sm^{3+} характеризуются спектром излучения, соответствующим переходам с одного возбужденного уровня $^4\text{G}_{5/2}$. В видимой области наблюдаются три полосы с максимумами 560, 595 и 640 нм, соответствующие переходам на основные уровни $^6\text{H}_{5/2}$, $^6\text{H}_{7/2}$, $^6\text{H}_{9/2}$ из которых последний является сверхчувствительным.

Присутствие в спектре комплексов Sm^{3+} длинноволновых полос эмиссии особенно важно для иммуноанализа в режиме *in vivo*, связанного с изучением воздействия лекарственных препаратов на организм человека. В то же время незначительная разница энергий первого возбужденного уровня иона металла и ближайшего, нижерасположенного, обеспечивает безызлучательную дезактивацию возбужденного состояния и, как следствие, менее выраженные флуоресцентные свойства его комплексов. В связи с необходимостью повысить интенсивность аналитического сигнала, целью настоящей работы явилось изучение люминесцентных и колюминесцентных свойств комплексов Sm^{3+} с теноилтрифторацетоном, 1.10-фенантролином в присутствии лекарственных препаратов – антибиотиков тетрациклинового ряда.

Экспериментальная часть

Реагенты. Все растворы реагентов готовят растворением точной навески препаратов в бидистиллированной воде. Теноилтрифторацетон (ТТА) фирмы «Fluka». Содержание основного вещества не менее 98%. Исходный раствор с концентрацией $1 \cdot 10^{-2}$ М готовят растворением точной навески в этиловом спирте. 1,10-Фенантролин солянокислый (Фен) фирмы «Chemapol». Содержание основного вещества не менее 98%. Исходный раствор с концентрацией $1 \cdot 10^{-2}$ М готовят растворением точной навески в бидистиллированной воде.

Растворы гидрохлорида тетрациклина (ТТ), гидрохлорида окситетрациклина (ОТ), гидрохлорида доксициклина (ДЦ), гидрохлорида хлортетрациклина (ХТ), гидрохлорида метациклина (МЦ) готовят из препаратов фирмы «ICNBiomedicalsInc» с содержанием основного вещества не менее 98% растворением точных навесок в 0.1 М HCl и разбавляют до нужного объема бидистиллированной водой, рабочий раствор концентрации $1.0 \cdot 10^{-2}$ М.

Аппаратура. Спектры флуоресценции регистрировали на спектрофлуориметре LS-55 «Perkin-Elmer» с источником возбуждения – импульсной ксеноновой лампой. Ширина дифракционной щели возбуждения 10 нм, флуоресценции 5 нм. Скорость регистрации спектров 75 нм/мин. Измерения в растворе проводили в кварцевой кювете с толщиной слоя 1 см.

Результаты и их обсуждение

Известно, что в нейтральной и слабощелочной средах ионы Sm^{3+} с 1,10-фенантролином и теноилтрифторацетоном образуют разнолигандное комплексное соединение с переносом энергии возбуждения. Спектр флуоресценции комплекса Sm^{3+} с 1,10-фенантролином и теноилтрифторацетоном характеризуется высокоинтенсивной полосой с $\lambda_{\text{фл}}$ 640 нм ($\lambda_{\text{возб}} = 372$ нм), соответствующей переходу $^4\text{G}_{5/2} \rightarrow ^6\text{H}_{9/2}$. В присутствии второго иона лантанида, такого как Lu^{3+} , La^{3+} , Ce^{3+} , Dy^{3+} , Nd^{3+} , интенсивность эмиссии комплекса Sm^{3+} практически не изменяется. Введение в систему ионов Gd^{3+} и Y^{3+} сопровождается увеличением сигнала сенсibilизированной флуоресценции в 70 и 40 раз соответственно в результате проявления эффекта колюминесценции, который зависит от концентрации и соотношения компонентов системы и размеров образующихся микро- и наночастиц. В дальнейшем нами рассматривалась система $\text{Sm}^{3+} - \text{Gd}^{3+} - \text{TТА} - \text{Фен}$, позволяющая получить максимальный сигнал флуоресценции иона Sm^{3+} .



Влияние концентрации 1,10-фенантролина. 1,10-фенантролин является бидентатным хромофорсодержащим эффективным сенсбилизатором Sm^{3+} , который в результате комплексообразования может заместить до 4 молекул воды в первой координационной сфере РЗЭ [1]. При увеличении концентрации лиганда до $5 \cdot 10^{-5}$ М наблюдается возрастание кофлуоресценции в системе $\text{Sm}^{3+} - \text{Gd}^{3+} - \text{TТА} - \text{Фен}$ ($\lambda_{\text{фл}} = 640$ нм, $\lambda_{\text{возб}} = 372$ нм), а затем – тушение эмиссии.

В результате хелатообразования интенсивность магнитно-дипольных переходов ионов РЗЭ практически не изменяется ввиду малой чувствительности к окружению иона комплексообразователя. Магнитно-дипольные переходы $\text{Sm}^{3+} \ ^4\text{G}_{5/2} \rightarrow \ ^6\text{H}_{5/2}$, $\ ^4\text{G}_{5/2} \rightarrow \ ^6\text{H}_{7/2}$ характеризуются полосами флуоресценции 560 и 595 нм. Величину соотношения интенсивностей полос люминесценции сверхчувствительного (640 нм) и магнитно-дипольного (595 нм) переходов (η) обычно используют для характеристики изменений в спектрах люминесценции в результате образования комплексов. Соотношение зависит от природы лиганда и других факторов, определяющих эффективность переноса энергии, а также излучательные процессы иона металла.

Нами показано, что интенсивность флуоресценции в системе $\text{Sm}^{3+} - \text{Gd}^{3+} - \text{TТА} - \text{Фен}$ зависит от концентрации Фен и при оптимальной концентрации $5 \cdot 10^{-5}$ М и соотношениях компонентов 10:1:5:5 значения параметра η составляет 1.7 (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Соотношение интенсивностей полос люминесценции ионов Sm^{3+} в растворах комплексов при различных соотношениях компонентов

Соотношения $\text{Sm}^{3+} : \text{Gd}^{3+} : \text{TТА} : \text{Фен}$	$\frac{{}^4\text{G}_{5/2} \rightarrow {}^0\text{H}_{9/2}}{{}^4\text{G}_{5/2} \rightarrow {}^0\text{H}_{7/2}}$
10 : 1 : 5 : 7	1.7
10 : 1 : 5 : 7	1.6
10 : 1 : 7 : 7	2.4
13 : 1 : 7 : 7	2.4

Влияние концентрации ионов Gd^{3+} . Изучено влияние добавок ионов Gd^{3+} на интенсивность системы $\text{Sm}^{3+} - \text{TТА} - \text{Фен}$ и величину η . В диапазоне концентраций Gd^{3+} $1.0 \cdot 10^{-7} - 7.5 \cdot 10^{-6}$ М наблюдается увеличение эмиссии, при дальнейшем возрастании концентрации происходит тушение флуоресценции. Значение η максимально при концентрации ионов Gd^{3+} $7.5 \cdot 10^{-6}$ М и соотношении компонентов $\text{Sm}^{3+} : \text{Gd}^{3+} : \text{TТА} : \text{Фен} = 10 : 1 : 5 : 7$ (см. табл. 1).

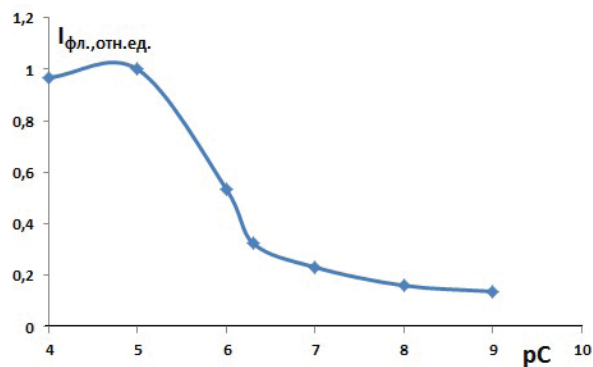


Рис. 1. Зависимость интенсивности сенсбилизированной флуоресценции системы $\text{Sm}^{3+} - \text{Gd}^{3+} - \text{TТА} - \text{Фен}$ от концентрации ионов Sm^{3+} . $C_{\text{Gd}} = 7.5 \cdot 10^{-6}$ М, $C_{\text{TТА}} = 5.0 \cdot 10^{-5}$ М, $C_{\text{Фен}} = 5.0 \cdot 10^{-5}$ М, $\lambda_{\text{фл}} = 640$ нм, $\lambda_{\text{возб}} = 372$ нм, pH 7.0

Влияние концентрации ионов Sm^{3+} . Интенсивность сенсбилизированной флуоресценции в системе $\text{Sm}^{3+} - \text{Gd}^{3+} - \text{TТА} - \text{Фен}$ зависит от концентрации Sm^{3+} и увеличивается в интервале от $1.0 \cdot 10^{-7}$ М до $1.0 \cdot 10^{-5}$ М, максимальна при $5.0 \cdot 10^{-5} - 1.0 \cdot 10^{-4}$ М, когда в растворе наибольшая концентрация люминесцирующего хелата. Дальнейшее увеличение концентрации иона металла сопровождается тушением эмиссии (см. табл. 1, рис. 2).

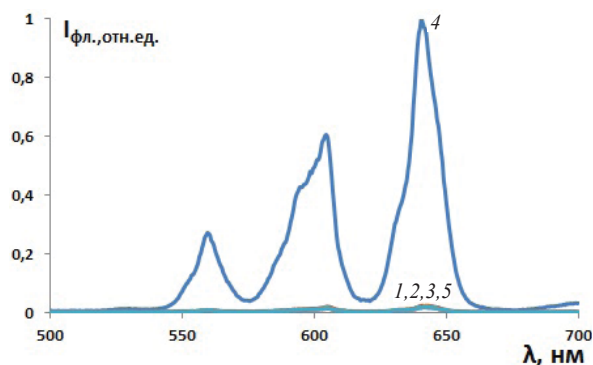


Рис. 2. Спектры флуоресценции системы $\text{Sm}^{3+} - \text{Gd}^{3+} - \text{TТА}$ в присутствии Фен: 1 – $C_{\text{Фен}} = 1.0 \cdot 10^{-6}$ М; 2 – $5.0 \cdot 10^{-6}$ М; 3 – $1.0 \cdot 10^{-5}$ М; 4 – $5.0 \cdot 10^{-5}$ М; 5 – $1.0 \cdot 10^{-4}$ М; $C_{\text{TТА}} = 4.0 \cdot 10^{-5}$ М; $C_{\text{Sm}} = 7.5 \cdot 10^{-5}$ М; $C_{\text{Gd}} = 7.5 \cdot 10^{-6}$ М; pH 7.0

Влияние концентрации теноилтрифторацетона. В диапазоне концентраций $1 \cdot 10^{-6} - 5 \cdot 10^{-5}$ М ТТА система $\text{Sm}^{3+} - \text{Gd}^{3+} - \text{TТА} - \text{Фен}$ характеризуется максимальной флуоресценцией ($\lambda_{\text{фл}} = 640$ нм, $\lambda_{\text{возб}} = 372$ нм), которая уменьшается при увеличении концентрации лиганда (рис. 3).

Соотношение интенсивностей полос, соответствующих сверхчувствительным и магнитно-дипольным переходам, увеличивается до значения 2.4 (см. табл. 1). Возрастание интенсивности



сверхчувствительного перехода и соответственно величины η , возможно, дополняется подавлением фотофизической и фотохимической дезактивации люминесцирующих ионов при формировании микро- и наночастиц [2]. Нами установлено, что в условиях максимальной эмиссии в системе присутствуют микрочастицы комплексов самария и гадолиния, размер которых составляет 200 нм. Можно предположить, что увеличение интенсивности сенсibilизированной люминесценции связано с подавлением процесса безызлучательной дезактивации флуоресцирующего центра в результате формирования наночастиц.

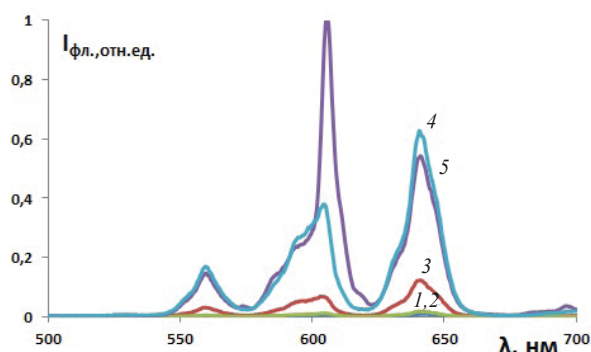


Рис. 3. Спектры флуоресценции системы $\text{Sm}^{3+} - \text{Gd}^{3+} - \text{Фен}$ в присутствии ТТА: 1 – $C_{\text{ТТА}} = 1.0 \cdot 10^{-6} \text{M}$; 2 – $5.0 \cdot 10^{-6} \text{M}$; 3 – $1.0 \cdot 10^{-5} \text{M}$; 4 – $5.0 \cdot 10^{-5} \text{M}$; 5 – $1.0 \cdot 10^{-4} \text{M}$; $C_{\text{Фен}} = 5.0 \cdot 10^{-5} \text{M}$; $C_{\text{Sm}} = 1.0 \cdot 10^{-4} \text{M}$; $C_{\text{Gd}} = 7.5 \cdot 10^{-6} \text{M}$; pH 7.0

Влияние временной задержки снятия сигнала флуоресценции. Применяя способ регистрации колюминесценции в сочетании с разрешением во времени, можно увеличить интенсивность люминесцентного сигнала [8]. Нами установлено влияние времени задержки измерения сигнала на его интенсивность (рис. 4). Как видно из рис. 4, максимальный сигнал эмиссии наблюдается в случае задержки – 0.01 мс.

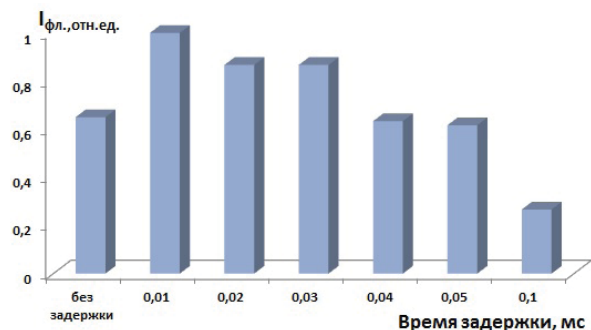


Рис. 4. Интенсивность колюминесценции систем $\text{Sm}^{3+} - \text{Gd}^{3+} - \text{ТТА} - \text{Фен}$ в условиях различной временной задержки регистрации сигнала. $C_{\text{Фен}} = C_{\text{ТТА}} = 5.0 \cdot 10^{-5} \text{M}$; $C_{\text{Sm}} = 1.0 \cdot 10^{-4} \text{M}$; $C_{\text{Gd}} = 7.5 \cdot 10^{-6} \text{M}$; pH 7.0

Влияние тетрациклинов. Установлено, что в присутствии тетрациклина, окситетрациклина, доксициклина, хлортетрациклина, метациклина наблюдается тушение сенсibilизированной колюминесценции в системе $\text{Sm}^{3+} - (\text{Gd}^{3+}) - \text{ТТА} - \text{Фен}$. Линейные зависимости тушения флуоресценции $\Delta I_{\text{фл}}$ комплексов самария от концентрации тушителя – производных тетрациклинов позволяют предположить статический механизм процессов и возможность их использования для определения основного вещества в лекарственных препаратах антибиотиков (табл. 2).

Таблица 2

Линейная зависимость тушения колюминесценции (ΔI) системы $\text{Sm}^{3+} - \text{Gd}^{3+} - \text{ТТА} - \text{Фен}$ от концентрации некоторых антибиотиков тетрациклинового ряда

Антибиотик	Диапазон концентраций, М	R ²	Уравнение
Метациклин	$1.0 \cdot 10^{-7} - 1.0 \cdot 10^{-5}$	0,982	$y = 33x - 155$
Хлортетрациклин	$1.0 \cdot 10^{-7} - 1.0 \cdot 10^{-5}$	0,982	$y = 27x - 127$
Доксициклин	$2.0 \cdot 10^{-7} - 1.0 \cdot 10^{-5}$	0,984	$y = 31x - 146$
Тетрациклин	$1.0 \cdot 10^{-7} - 1.0 \cdot 10^{-5}$	0,983	$y = 23x - 98$

На основании проведенных исследований установлены оптимальные условия получения максимального сигнала колюминесценции в системе $\text{Sm}^{3+} - \text{Gd}^{3+} - \text{ТТА} - \text{Фен}$. Показано, что формирование микрочастиц способствует дополнительному увеличению сенсibilизированной флуоресценции, связанной, по-видимому, с подавлением фотофизической и фотохимической дезактивации люминесцирующего центра.

Изученные системы могут быть использованы во флуориметрическом определении антибиотиков тетрациклинового ряда в лекарственных препаратах.

Список литературы

1. Полуэктов Н. С., Кононенко Л. И., Ефрюшина Н. П., Бельтюкова С. В. Спектрофотометрические и люминесцентные методы определения лантаноидов. Киев : Наук. думка, 1989. 256 с.
2. Ермолаев В. Л., Свешникова Е. Б. Колюминесценция ионов и молекул в наночастицах комплексов металлов // Успехи химии. 2012. Т. 81, № 9. С. 769–789.
3. Yang J., Zhu G., Wang H. Enhanced luminescence of the europium/terbium/thenoyltrifluoroacetone/1,10-phenanthroline/surfactant system, and its analytical application // Anal. Chim. Acta. 1987. Vol. 198. P. 287–292.
4. Sita N. M., Rao T. P., Iyer C. S. P., Damodaran A. D. Ultratrace determination of europium in high-purity lanthanum, praseodymium and dysprosium oxides by



- luminescence spectrometry // *Talanta*. 1997. Vol. 44. P. 423–426.
5. *Ci Y., Lan Z.* Fluorescence enhancement of the europium (III) – thenoyltrifluoroacetone – trioctylphosphine oxide ternary complex by gadolinium(III) and its application to the determination of europium (III) // *Analyst*. 1988. Vol. 113. P. 1453–1458.
 6. *Ci Y. X., Lan Z. H.* Fluorometric determination of samarium and gadolinium by enhancement of fluorescence of samarium–thenoyltrifluoroacetone–1,10-phenanthroline ternary complex by gadolinium // *Anal. Chem.* 1989. Vol. 61. P. 1063–1069.
 7. *Штыков С. Н., Смирнова Т. Д., Былинкин Ю. Г.* Определение АТФ по тушению флуоресценции дикетонатного хелата европия (III) в мицеллах Бридж-35 // *Журн. аналит. химии*. 2004. Т. 59, № 5. С. 495–499.
 8. *Xu Y-Y., Hemmila I. A., Lovgren. T. N.-E.* Co-fluorescence effect in time-resolved fluoroimmunoassays // *Analyst*. 1992. Vol. 117. P. 1061–1069.

УДК 544.723.212

АДСОРБЦИЯ КАТИОНОВ Fe^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} ГРАНУЛИРОВАННЫМИ ГЛАУКОНИТОВЫМИ СОРБЕНТАМИ



А. А. Синельцев, Т. И. Губина

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.
E-mail: aleksej-sinelcev@yandex.ru

Изучены адсорбционные свойства гранулированных глауконитовых сорбентов и их модифицированных аналогов по отношению к катионам Fe^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} и проведено их сравнение с природными необработанными образцами. Процесс осуществлялся в статическом режиме. Определена максимальная адсорбция исследуемых образцов и рассчитаны константы адсорбционного равновесия. Установлено, что наибольшей адсорбционной активностью в отношении исследуемых катионов обладают гранулированные образцы модифицированных сорбентов. Модификация проведена при последовательной термической и кислотно-солевой обработке. Лучшие результаты адсорбции получены для катионов Cd^{2+} .

Ключевые слова: адсорбция, глауконит, тяжелые металлы, изотермы, линеаризация, константа адсорбционного равновесия.

Adsorption of Fe^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} Cations Using Granular Glaucosite Sorbents

A. A. Sineltsev, T. I. Gubina

The adsorption properties of granular glaucosite sorbents and their modified analogues against with respect to Fe^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} cations were studied and compared with natural untreated samples. The process was carried out in a static mode. The maximum adsorption of samples and the calculated adsorption equilibrium constants were determined. It was established that modified sorbents possessed the most activity adsorption against cations in pelleted samples. Modification was carried during sequential heat and acid-salt treatment. The best results were obtained in the adsorption of Cd^{2+} cations.

Key words: adsorption, glaucosite, poison metals, isotherms, linearization, adsorption equilibrium constant.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-257-262

Известно, что качество воды имеет большое значение для функционирования природной среды и для здоровья человека, поэтому большое внимание уделяется разработке экологически безопасных технологий и материалов для целей водоподготовки. Наиболее простым и доступным методом очистки воды является адсорбция [1]. Степень адсорбционной очистки может достигать 99% и зависит от химической природы сорбента, величины его адсорбционной поверхности, ее доступности, а также от химического строения вещества и формы его нахождения в среде.

Перспективным является применение в водоподготовке природных сорбентов. Наиболее изучены активированный уголь, шунгит, цеолиты, вермикулит, отходы сельскохозяйственных производств, однако все они для эффективного использования требуют различных видов модификации.

В течение ряда лет нами проводятся исследования по изучению в качестве адсорбента широко распространенного в природе минерала глауконита. Он относится к группе слоистых алюмосиликатов, характеризующихся высоким содержанием катионов железа и алюминия в кристаллической решетке. Высокие адсорбционные и ионообменные свойства минерала позволяют использовать его при очистке природных и сточных вод.

Ранее нами изучена термическая и химическая модификация [2] глауконита и показано,



что у модифицированных образцов значительно увеличивается адсорбционная способность по отношению к тяжелым металлам (ТМ) – Pb, Ni, Fe [3, 4]. Лучшие результаты были получены при обработке исходного минерала одновременно двумя способами. Изучена морфология и химический состав образцов [5].

Целью данной работы было изучение сорбционных характеристик природного, гранулированного и гранулированного модифицированного глауконита в статических условиях для установления максимальной адсорбционной способности по отношению к различным катионам тяжелых металлов и определение константы равновесия процесса.

Экспериментальная часть

В исследовании использованы образцы природного глауконита Белозерского месторождения Саратовской области и сорбентов, изготовленных на его основе – гранулированного глауконита и гранулированного модифицированного глауконита. Гранулирование проводилось следующим образом.

Исходное сырье, представляющее собой необработанный глауконитовый песок с карьера, подвергали концентрированию на магнитном сепараторе, выделяя целевую магнитную фракцию. Полученную фракцию измельчали в мелкодисперсную муку на мельнице до размеров зерен 30–60 мкм и смешивали с очищенной водой в соотношении «концентрат : вода» 1:0,6 и перемешивали до образования однородной смеси. Далее смесь гранулировалась экструзионным способом путем продавливания через фильеру с диаметром отверстий 1,5–2,0 мм. Получившийся продукт подвергали сушке при температуре 100–120 °С в течение часа в сушильном шкафу. Затем сухой полуфабрикат подвергали измельчению в лопастной мельнице с последующим рассевом на двух ситах с диаметрами отверстий 0,5 и 3,0 мм. При этом фракция диаметром более 3,0 мм отправлялась на повторное измельчение, а фракция диаметром менее 0,5 мм – на повторное гранулирование с целью более полного использования сырья.

На стадии термообработки получившийся полуфабрикат обжигали в муфельной печи при температуре 650±5 °С в течение 60±10 минут. При этом был получен гранулированный глауконитовый сорбент.

Модифицирование глауконитового сорбента проводили нагреванием в муфельной печи при температуре 650 °С в течение 1 ч, с последующей кислотно-солевой активацией: на первом этапе действием 10%-ного раствора HCl (время обработки 3 ч) с дальнейшей обработкой глауконитовых гранул 6%-ным раствором NaCl (время обработки 1 ч).

Адсорбция осуществлялась в статическом режиме. Время контакта сорбентов с растворами составляло 3 ч при периодическом перемешивании путем встряхивания. Параметры адсорбции ионов тяжелых металлов устанавливались на основе изотерм адсорбции с их последующей математической обработкой. Для этого навески исследуемых образцов сорбентов массой по 10 г помещали в 100 мл соответствующих растворов солей тяжелых металлов с концентрациями в интервале от 1 до 10 г/л, после чего измерялись равновесные концентрации ионов в растворах и строились зависимости в координатах « $A-C_{\text{равн}}$ », при этом величина A вычислялась по формуле

$$A = (C_0 - C_{\text{равн}}) \cdot \frac{V}{m}, \quad (1)$$

где A – адсорбция определяемого иона, мг/г, C_0 и $C_{\text{равн}}$ – начальная и равновесная концентрации ионов в растворе, мг/л; V – объем раствора, л; m – навеска сорбента, г.

Для математической обработки полученных изотерм использовалось уравнение Ленгмюра, описывающее процесс адсорбции в области равновесных концентраций:

$$A = A_{\text{max}} \frac{KC_{\text{равн}}}{1 + KC_{\text{равн}}}, \quad (2)$$

где A_{max} – максимальная адсорбция, мг/г, K – константа адсорбционного равновесия.

Уравнение (2) путем преобразований приведено к линейному соотношению вида

$$\frac{C_{\text{равн}}}{A} = \frac{1}{A_{\text{max}}} C_{\text{равн}} + \frac{1}{A_{\text{max}} K}. \quad (3)$$

Полученные в ходе экспериментов результаты обработаны согласно уравнению (3), после чего построены линейные зависимости $C_{\text{равн}}/A$ от $C_{\text{равн}}$. Параметры A_{max} и K найдены расчетно-графическим методом: A_{max} как котангенс угла наклона прямой к оси абсцисс, K – отрезок, отсекаемый прямой на оси ординат [6].

Результаты и их обсуждение

Графики полученных изотерм адсорбции для каждого катиона на всех видах адсорбентов представлены на рис. 1–4.

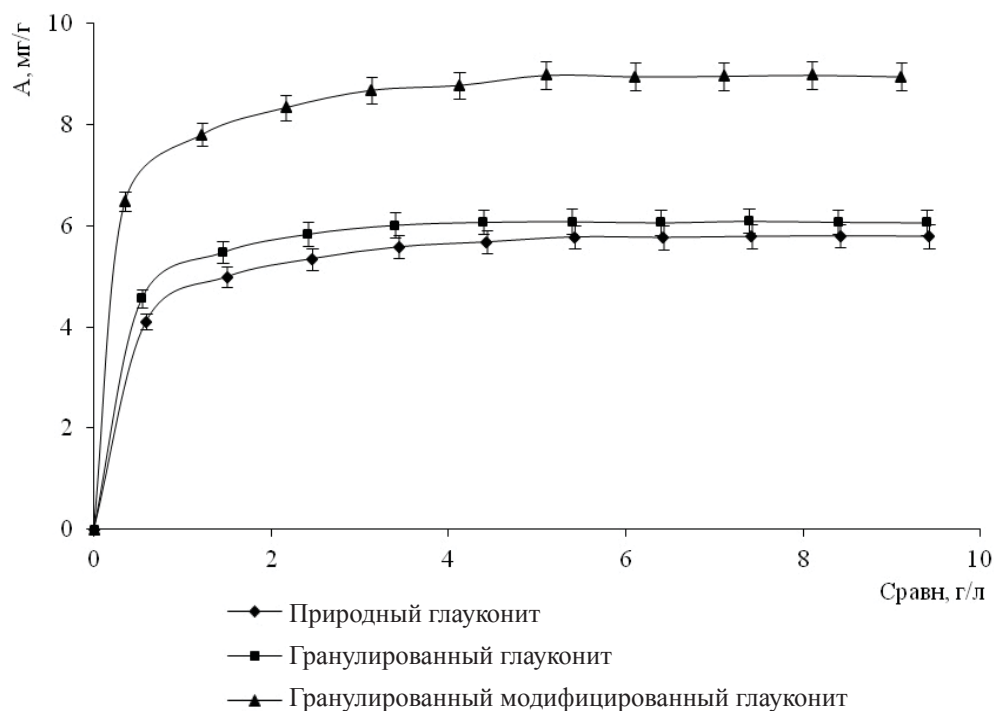


Рис. 1. Изотермы адсорбции ионов Fe^{2+} образцами исследуемых сорбентов

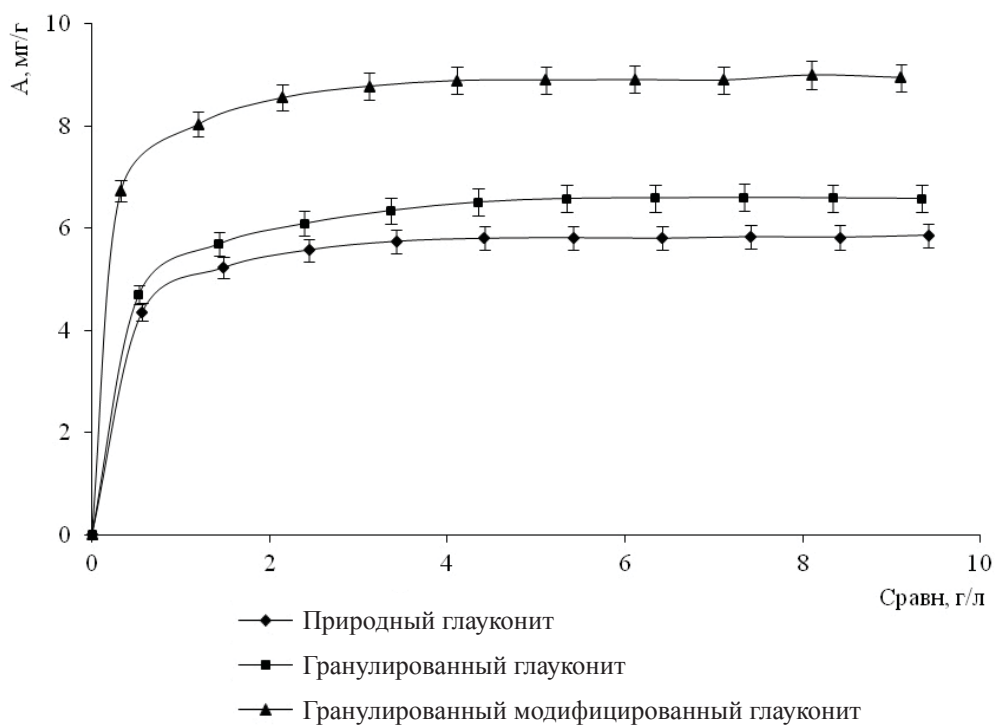


Рис. 2. Изотермы адсорбции ионов Mn^{2+} образцами исследуемых сорбентов

Изотермы адсорбции для изучаемых катионов образцами глауконитовых сорбентов удовлетворительно описываются уравнением Ленгмюра; расхождения между эксперимен-

тально полученными и расчетными величинами максимальной адсорбции не превышают 10%. Ленгмюровский характер изотерм свидетельствует о том, что в процессе адсорбции на всех

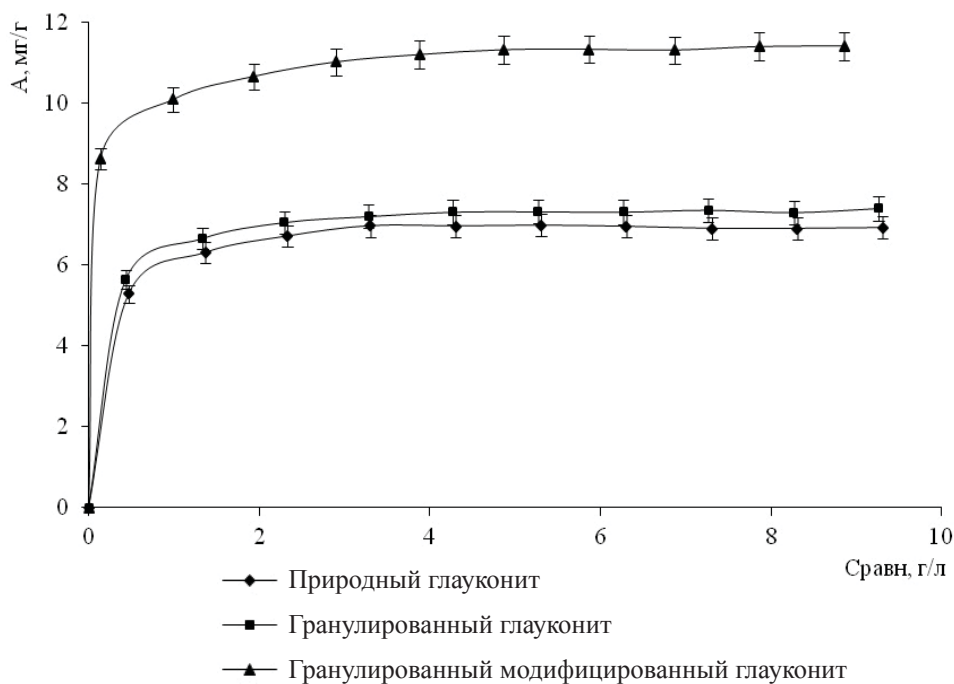


Рис. 3. Изотермы адсорбции ионов Cu^{2+} образцами исследуемых сорбентов

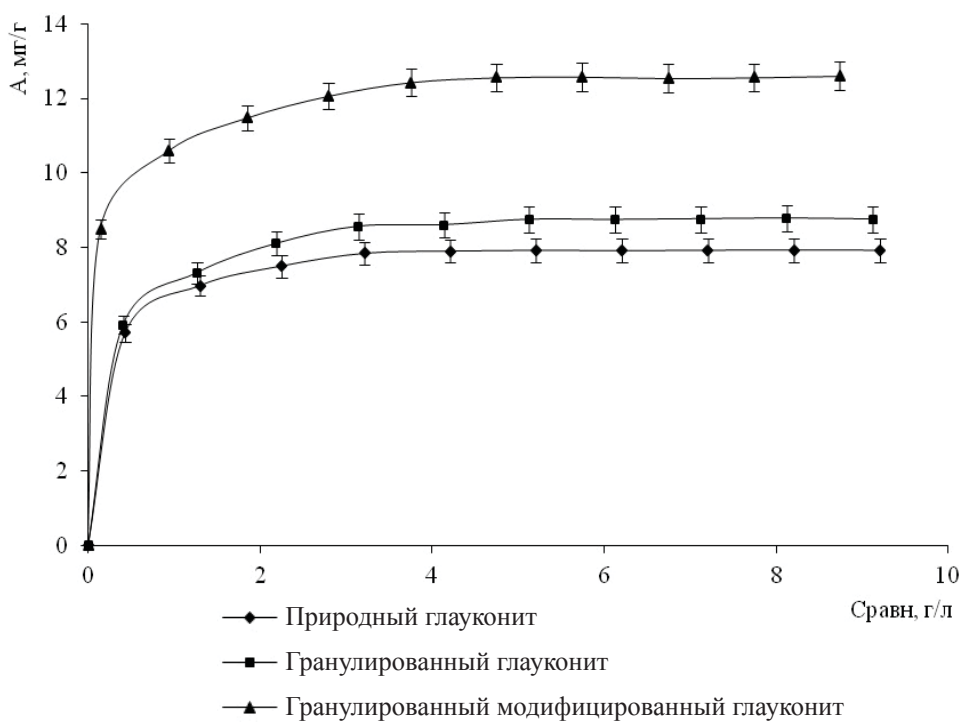


Рис. 4. Изотермы адсорбции ионов Cd^{2+} образцами исследуемых сорбентов

изучаемых образцах глауконитов задействованы активные центры, заполнение которых катионами тяжелых металлов из раствора способствует насыщению адсорбента, о чем свидетельствует наличие горизонтальной площадки на кривых изотерм.

Значения максимальной адсорбции A_{max} и констант адсорбционного равновесия K_p , для каждого из исследуемых образцов и по каждому катиону, получены при линейаризации изотерм адсорбции с последующей математической обработкой. Графики линейных функций представлены на рис. 5.

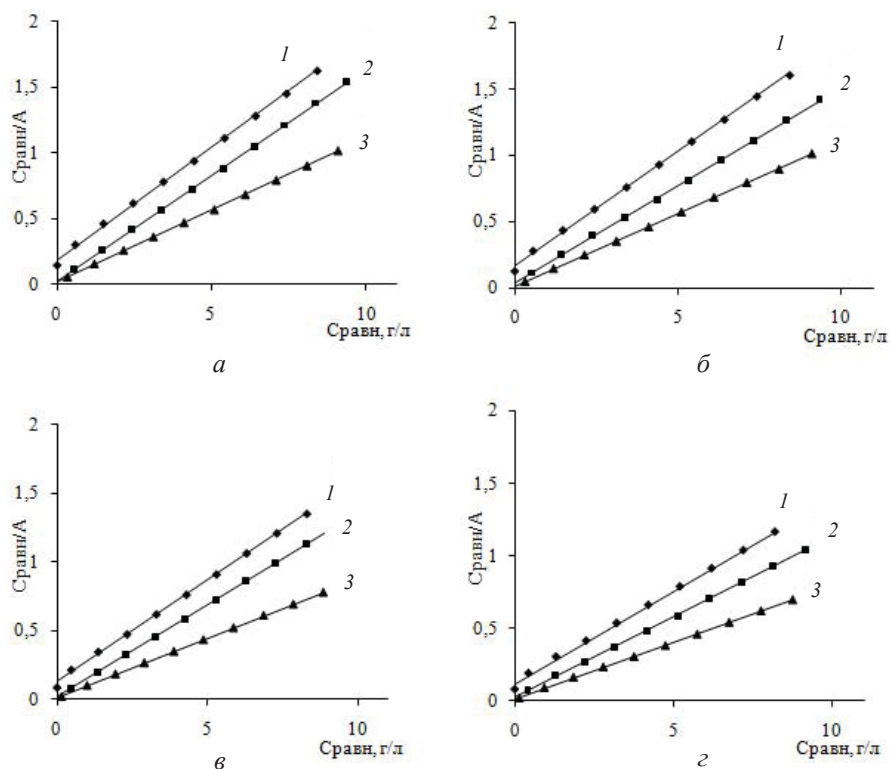


Рис. 5. Линеаризация изотерм адсорбции катионов ТМ (*а* – Fe^{2+} , *б* – Mn^{2+} , *в* – Cu^{2+} , *г* – Cd^{2+}) образцами исследуемых сорбентов: 1 – природный глауконит, 2 – гранулированный глауконит, 3 – гранулированный модифицированный глауконит

Анализ линеаризованных изотерм адсорбции для всех изученных катионов тяжелых металлов свидетельствует о том, что характер их адсорбции аналогичен.

По изотермам адсорбции определены максимальная адсорбция и константы адсорбционного равновесия для каждого образца сорбента (таблица).

Значения A_{max} и K_p для различных образцов сорбентов относительно исследуемых катионов

Определяемая величина	Катион	Исследуемые образцы глауконита		
		природный	гранулированный	гранулированный модифицированный
Максимальная адсорбция A_{max} , мг/г	Fe^{2+}	5,82±0,29	6,20±0,31	9,16±0,45
	Mn^{2+}	5,80±0,29	6,79±0,34	9,10±0,45
	Cu^{2+}	6,79±0,34	7,49±0,37	11,54±0,57
	Cd^{2+}	7,80±0,39	9,03±0,45	12,84±0,64
Константа адсорбционного равновесия $K_p \cdot 10^{-3}$	Fe^{2+}	0,94±0,05	6,77±0,34	5,74±0,28
	Mn^{2+}	0,96±0,05	4,25±0,21	7,96±0,40
	Cu^{2+}	1,16±0,06	7,14±0,35	8,58±0,43
	Cd^{2+}	1,11±0,06	4,52±0,23	6,71±0,33

Из данных таблицы следует, что исследуемые катионы тяжелых металлов адсорбируются образцами глауконитовых сорбентов неодинаково. Сорбционная активность образцов увеличивается в следующем ряду: $Fe^{2+} < Mn^{2+} < Cu^{2+} < Cd^{2+}$, при этом величины максимальной адсорбции катионов Fe^{2+} и Mn^{2+} , Cu^{2+} и Cd^{2+} на образцах глауконитовых сорбентов близки между собой.

Сравнение адсорбционных свойств образцов глауконитовых сорбентов показало, что величины максимальной адсорбции гранулированного и природного глауконитов практически одинаковы. Это свидетельствует о том, что гранулирование мало влияет на сорбционные свойства исходного минерала, однако при этом улучшаются такие эксплуатационные характеристики, как механическая прочность.



Показано, что максимальная адсорбция у модифицированного гранулированного глауконита в 1,5–1,7 раз выше, чем у природного и немодифицированного образцов. Вероятно, такое увеличение сорбционных показателей обусловлено комплексной обработкой гранул растворами кислоты и соли, за счет чего увеличивается количество центров молекулярной и ионообменной адсорбции на поверхности сорбента.

Выводы

Изучена сорбционная активность трех видов глауконита (природного, гранулированного и гранулированного модифицированного) и определено, что активность последнего в 1,5–1,7 раз выше, чем у природного и немодифицированного образцов.

Построены изотермы адсорбции для всех образцов глауконита для всех катионов. Ленгмюровский характер полученных изотерм свидетельствует о том, что в процессе адсорбции на всех изучаемых образцах глауконитов задействованы активные центры, заполнение которых катионами тяжелых металлов из раствора способствует насыщению адсорбента.

Исследуемые катионы тяжелых металлов адсорбируются образцами глауконитовых сорбентов неодинаково. Сорбционная активность образцов увеличивается в следующем ряду: $Fe^{2+} < Mn^{2+} < Cu^{2+} < Cd^{2+}$, при этом величины максимальной адсорбции катионов Fe^{2+} и Mn^{2+} , Cu^{2+} и Cd^{2+} на образцах глауконитовых сорбентов близки между собой.

Модифицированный гранулированный глауконит является перспективным высокоэффективным сорбентом для очистки природных и сточных вод.

Результаты работы получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России № 4.1299.2014/К.

Список литературы

1. Будиловский Ю. Я. Эффективная и доступная технология очистки промышленных стоков // Экология и промышленность. 1996. № 7. С. 20–22.
2. Синельцев А. А., Вениг С. Б., Калинин Ю. А., Рыбков В. С., Сержантов В. Г., Стародубов А. В., Захаревич А. М. СВЧ-термообработка комплексных гранулированных сорбентов на основе природного глауконита // Физика и химия обработки материалов. 2012. № 6. С. 88–93.
3. Синельцев А. А., Губина Т. И., Степанов А. Н., Сержантов В. Г., Рыбков В. С., Казаринов И. А. Адсорбция ионов свинца (II) и никеля (II) из водных растворов на комплексном гранулированном глауконитовом сорбенте // Техногенная и природная безопасность : сб. тр. Первой Всерос. науч. конф. (Саратов, 1–3 февр. 2011 г.). Саратов : ИЦ «Наука», 2011. С. 54–56.
4. Синельцев А. А., Губина Т. И., Степанов А. Н., Скиданов Е. В., Сержантов В. Г., Голец А. В., Казаринов И. А. Химически модифицированные гранулированные сорбенты на основе природного глауконита для обезжелезивания воды // Техногенная и природная безопасность : сб. тр. Первой Всерос. науч. конф. (Саратов, 1–3 февр. 2011 г.). Саратов : ИЦ «Наука», 2011. С. 57–59.
5. Синельцев А. А., Вениг С. Б., Сержантов В. Г., Рыбков В. С., Скиданов Е. В. Исследование морфологии и химического состава комплексных гранулированных наноструктурированных сорбентов для выбора оптимального технологического решения изготовления гранул // Техногенная и природная безопасность : сб. тр. Первой всерос. науч. конф. (Саратов, 1–3 февраля 2011 г.). Саратов : ИЦ «Наука», 2011. С. 50–53.
6. Воюцкий С. С. Курс коллоидной химии. М. : Химия, 1975. 512 с.

УДК [544.344.016+536.44]:[544.344.013–14+544.344.4]

ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ФАЗОВОЙ ДИАГРАММЫ РАЗРЕЗА 1 ТЕТРАЭДРА СОСТАВА ЧЕТВЕРНОЙ СИСТЕМЫ НИТРАТ КАЛИЯ – ВОДА – ПИРИДИН – МАСЛЯНАЯ КИСЛОТА В ИНТЕРВАЛЕ 5–60°C



Д. Г. Черкасов, З. В. Чепурина, В. Ф. Курский, К. К. Ильин

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: ilinkk@info.sgu.ru

Визуально-политермическим методом в интервале 5–60°C исследованы фазовые равновесия и критические явления в смесях

компонентов разреза 1 тетраэдра состава четверной системы нитрат калия – вода – пиридин – масляная кислота, включающей тройную жидкостную систему с замкнутой бинальной кривой. Установлено, что с повышением температуры в тетраэдре состава осуществляется контакт объемов двух монотектических состояний критическими нодами. Показано, что эффект выса-



ливания смесей пиридина с масляной кислотой из водных растворов нитратом калия усиливается с повышением температуры. Изотермы фазовых состояний системы, построенные на плоскости треугольника разреза при восьми температурах, позволили выявить топологическую трансформацию фазовой диаграммы разреза тетраэдра состава с изменением температуры.

Ключевые слова: фазовые равновесия, критические явления, четверная система, фазовая диаграмма, топологическая трансформация, пиридин, масляная кислота, калия нитрат, визуально-политермический метод, замкнутая область расслаивания, монотектика, критическая точка растворимости.

Topological Transformation of Phase Diagrams for Cut 1 of the Quaternary System Potassium Nitrate – Water – Pyridine – Butyric Acid in 5–60°C

D. G. Cherkasov, Z. V. Chepurina, V. F. Kurskii, K. K. Il'in

Phase equilibria and critical phenomena in component mixtures of the cut 1 of the quaternary system Potassium Nitrate – Water – Pyridine – Butyric Acid whose constituent ternary liquid system had a closed binodal curve were studied by means of the visual-polythermal method within 5–60°C. The volumes of two monotectic states in the composition tetrahedron have been found to be in contact via critical tie lines with increasing temperature. It is shown that the effect of salting-out of mixtures Pyridine and Butyric Acid from its aqueous solutions by potassium nitrate increases with an increase of temperature. Phase state isotherms constructed on the triangle of the cut for eight temperatures have allowed topological transformation of the phase diagram for the examined cut of the composition tetrahedron with temperature changes to be revealed.

Key words: phase equilibria, critical phenomena, quaternary system, phase diagram, topological transformation, pyridine, butyric acid, potassium nitrate, visual-polythermal method, closed binodal curve, monotectic, solubility critical point.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-262-269

В экстракционной практике все большее применение находят нетрадиционные экстракционные тройные системы [1]. Одним из главных достоинств таких систем является отсутствие среди компонентов легколетучих и горючих растворителей, например углеводородов. В таких системах часто существует замкнутая бинадальная кривая, возникновение которой Р. В. Мерцлин [2] и его последователи [3–5] связывают с химическим взаимодействием между компонентами одной двойной пограничной системы. Введение солей, обладающих высаливающим действием, способствует оптимизации экстракционного процесса за счет увеличения размеров области двух жидких фаз.

Ранее нами [6–8] были изучены фазовые равновесия и критические явления в смесях компонентов трех разрезов четверной системы хлорид калия–вода–пиридин–масляная кислота,

в которой входящая тройная жидкостная система имеет замкнутую бинадальную кривую [9]. Найдено, что хлорид калия обладает только высаливающим действием на водные растворы пиридина и масляной кислоты. Установлено, что объемы монотектических состояний в объеме тетраэдра состава этой четверной системы при повышении температуры вступают в контакт критическими нодами. В то же время вопрос о топологической трансформации фазовых диаграмм четверных систем соль–три растворителя, включающих тройную жидкостную систему с замкнутой бинадальной кривой, при изменении температуры остается еще малоизученным.

Представляло интерес исследовать влияние другой соли калия (например, KNO_3), имеющей больший радиус аниона, на фазовое поведение тройной жидкостной системы вода–пиридин–масляная кислота с изменением температуры. Настоящая работа посвящена политермическому изучению фазовых равновесий и критических явлений в четверной системе нитрат калия – вода – пиридин – масляная кислота с целью выявления закономерностей топологической трансформации фазовой диаграммы разреза системы с изменением температуры.

В четверную систему нитрат калия – вода – пиридин – масляная кислота входят четыре составляющих тройных системы: вода–пиридин–масляная кислота, нитрат калия–вода–пиридин, нитрат калия–вода–масляная кислота, нитрат калия – пиридин – масляная кислота. Кратко охарактеризуем растворимость компонентов и фазовые равновесия в этих системах.

Система вода–пиридин–масляная кислота

Изотермические диаграммы растворимости системы в интервале 5.0–51.5°C характеризуются наличием замкнутой бинадальной кривой [9]. Растворимость компонентов возрастает с увеличением температуры. Объем двухжидкофазного состояния при повышении температуры исчезает через некритическую точку при 52.0°C.

Система нитрат калия – вода – пиридин

Данных по растворимости и фазовым равновесиям в тройной системе нитрат калия–вода–пиридин в литературе не обнаружено. Нами были исследованы смеси компонентов по одному сечению треугольника состава в интервале 5.0–90.0°C, которые характеризовались переменным содержанием пиридина и постоянным соотношением масс нитрата калия и воды – 45.00:55.00. Установлено, что температура образования критической ноды монотектического состояния равна 45.6°C и выше нее нитрат калия расслаивает смеси воды и пиридина.



Система нитрат калия – вода – масляная кислота

Данных по растворимости и фазовым равновесиям в этой тройной системе в литературе не обнаружено. Нами были исследованы смеси компонентов по одному сечению треугольника состава в интервале 5.0–100.0°C, которые характеризовались переменным содержанием масляной кислоты и постоянным соотношением масс нитрата калия и воды – 45.00:55.00. Установлено, что температура образования критической ноды монотектического состояния равна 18.0°C и выше этой температуры нитрат калия расслаивает смеси воды и масляной кислоты.

Система нитрат калия – пиридин – масляная кислота

Данных по растворимости в системе нитрат калия – пиридин – масляная кислота в литературе не найдено. Поскольку нитрат калия, по нашим данным, в указанных растворителях, а также в их смесях различного состава практически нерастворим, то почти весь треугольник состава этой системы занимает поле насыщенных растворов соли в бинарном растворителе. Это поле отделено плавной линией растворимости от поля гомогенно-жидкого состояния, границы которого не уточнялись ввиду его малых размеров при всех температурах исследования.

Экспериментальная часть

Используемые в работе растворители подвергали тщательной очистке как описано в [9]. Растворители идентифицировали по температуре кипения, показателю преломления и плотности; их физические константы хорошо согласовались со справочными данными [10]. В работе использовали нитрат калия квалификации «ч.д.а.», дополнительно перекристаллизованный, тонко растертый и высушенный в вакууме над оксидом фосфора (V) при 100°C до постоянной массы. Отсутствие влаги в соли контролировали термogrавиметрическим анализом. Подготовленные препараты пиридина, масляной кислоты и соли хранили над прокаленным хлоридом кальция в эксикаторах, защищенных от прямого воздействия световых лучей.

Изучение фазовых равновесий в смесях компонентов четверной системы проводили визуально-политермическим методом, а составы растворов, соответствующие критическим точкам критических нод, определяли методом отношения объемов фаз [11]. Методика обработки результатов политермического исследования и построения изотермических фазовых диаграмм разреза четверной системы

изложена в [11]. Относительная погрешность определения составов смесей, отвечающих точкам фазовых переходов, была $\pm 0.5\%$.

Фазовые равновесия и критические явления в смесях компонентов изучали по четырнадцати сечениям треугольника разреза 1 тетраэдра состава указанной четырехкомпонентной системы в интервале температур от 5 до 60°C. Разрез был проведен через ребро тетраэдра состава пиридин–масляная кислота и точку ребра вода–нитрат калия, отвечающую 45.00 мас.% соли (рис. 1). Выбор положения разреза определялся тем, чтобы пересечь в тетраэдре состава все объемы фазовых равновесий с наличием твердой фазы.

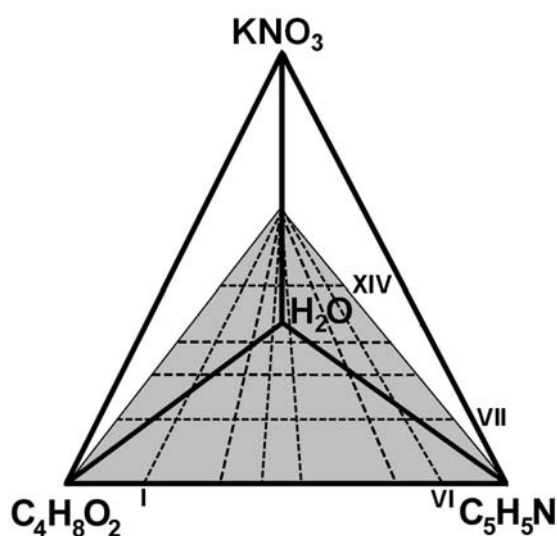


Рис. 1. Схематическое положение разреза 1 и сечений I–XIV на плоскости треугольника разреза 1 тетраэдра состава системы нитрат калия – вода – пиридин – масляная кислота

Результаты и их обсуждение

Четырехкомпонентные смеси по сечениям I–VI (см. рис. 1) характеризовались переменным содержанием смеси соли с водой указанного состава и постоянным для каждого сечения соотношением масс пиридина и масляной кислоты: 15:85(I), 30:70(II), 42:58(III), 53:47(IV), 65:35(V), 94:6(VI). В этих смесях осуществлялись два фазовых состояния: монотектическое равновесие $\ell_1 + \ell_2 + S$ и насыщенные растворы $\ell + S$ (политермы не приводятся). Твердая фаза (S) при всех температурах интервала исследования отвечала по составу индивидуальной соли (нитрат калия).

Смеси компонентов по сечениям VII–XIV (см. рис. 1) характеризовались переменным соотношением масс пиридина и масляной кислоты и постоянным для каждого сечения содержанием смеси нитрата калия с водой: 40.00 (VII), 50.00



(VIII), 60.00 (IX), 70.00 (X), 75.00 (XI), 79.00 (XII), 80.00 (XIII), 85.00 (XIV). Политермы фазовых состояний системы по этим сечениям представлены на рис. 2. Политермы по сечениям VII–X и XIII аналогичны. Они состоят из двух кривых, имеющих температурные максимумы и разделяющих поле монотектики l_1+l_2+S и поля насыщенных растворов l_1+S , l_2+S . Смеси компонентов по сечениям XI, XII и XIV были исследованы в области высоких концентраций пиридина в смеси

с масляной кислотой и поэтому их политермы состоят только из одной кривой с максимумом. Координаты точек, отвечающих максимумам на политермах по сечениям VII–XIV, тщательно определялись. Особое внимание при исследовании смесей компонентов уделяли критическим явлениям. При изучении смесей компонентов по сечениям X–XIII найдены смеси с равными объемами жидких фаз, находящихся в равновесии с кристаллами соли (обозначены KS на рис. 2).

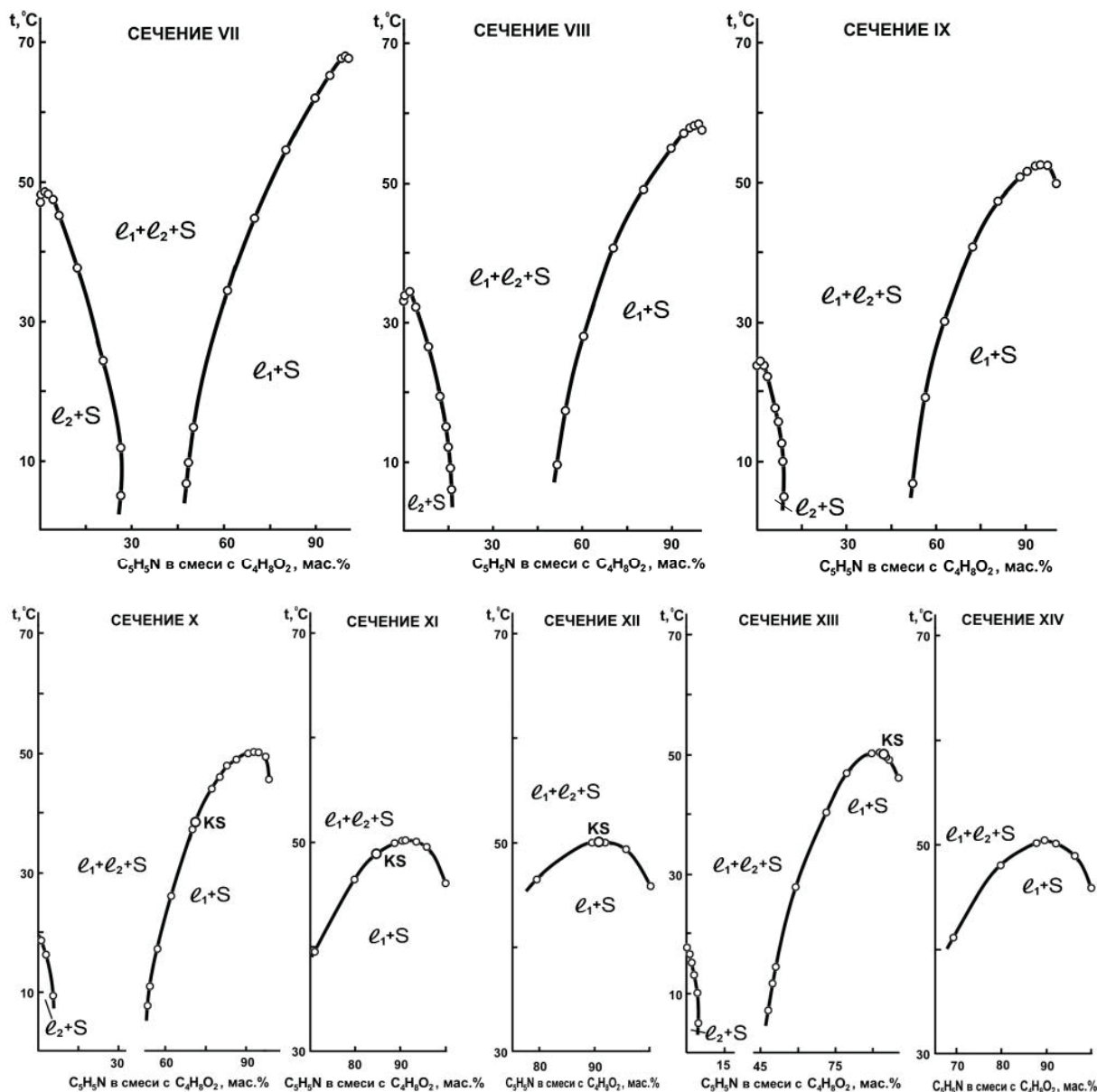


Рис. 2. Политермы фазовых состояний по сечениям VII–XIV разреза 1 тетраэдра состава четверной системы нитрат калия – вода – пиридин – масляная кислота

Эти точки принадлежат критическим нодам $K'S$ и $K''S$ объемов монотектических состояний $l'_1+l'_2+S$ и $l''_1+l''_2+S$, которые пересекаются

плоскостью разреза 1 в тетраэдре состава. Для определения зависимости содержания пиридина в смеси с масляной кислотой и смеси пиридина



с масляной кислотой в критических растворах, соответствующих точкам критической ноды K_1S , от температуры, были исследованы смеси компонентов двух дополнительных сечений. Они характеризовались переменным содержанием смеси соли с водой и постоянным для каждого сечения соотношением масс пиридина и масляной кислоты: 35.1:64.9, 38.7:61.3. Эти кривые начинаются при температуре 45.6°C в точке, принадлежащей критической ноде монотектического состояния тройной системы нитрат калия–вода–пиридин.

Для определения температуры и способа контакта объемов монотектических состояний $l'_1+l'_2+S$ и $l''_1+l''_2+S$ были построены за-

висимости составов критических растворов, отвечающих точкам $K'S$ и K'' критических нод этих состояний (рис. 3, а, кривая 1 и рис. 3, б) и максимумов политерм растворимости по сечениям IX–XIV (рис. 3, а, кривая 2) от температуры.

У кривых 1 и 2 при 50.1°C (см. рис. 3, а) есть общий экстремум, приходящийся на точку KS , принадлежащую экстремальной точке политермы по сечению XII (см. рис. 2). Таким образом, соприкосновение кривых 1 и 2 в точке KS (см. рис. 3) доказывает, что объемы двух монотектических состояний $l'_1+l'_2+S$ и $l''_1+l''_2+S$ вступают в контакт по критическим нодам $K'S$ и K'' внутри тетраэдра состава, в результате чего образуется единая критическая нода KS .

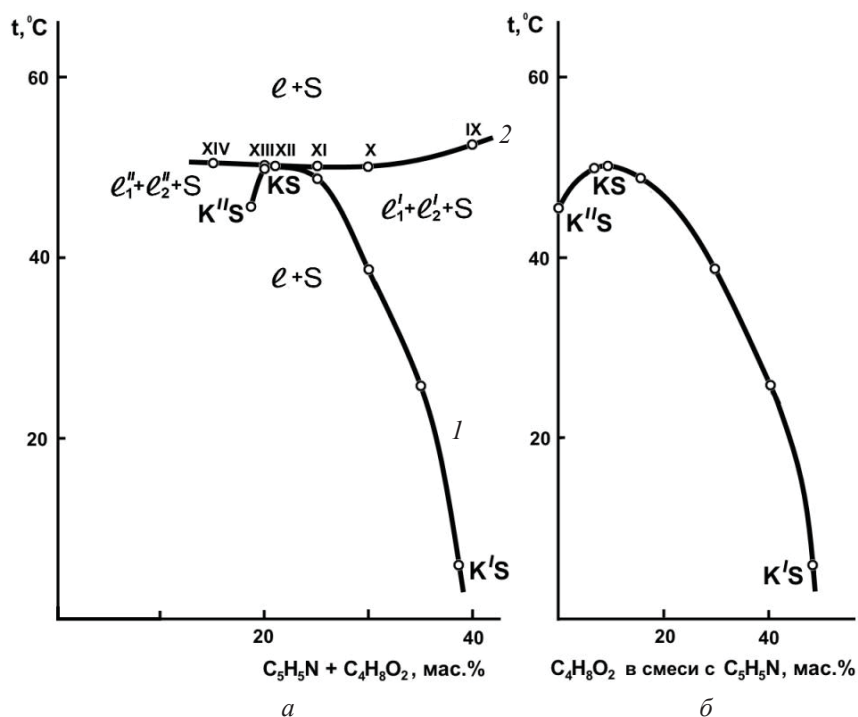


Рис. 3. Зависимости содержания смеси пиридина и масляной кислоты в четверных смесях, отвечающих критическим точкам $K'S$ и $K''S$ критических нод объемов монотектических состояний $l'_1+l'_2+S$ и $l''_1+l''_2+S$ (кривая 1) и максимумам политерм растворимости по сечениям IX–XIV (кривая 2) от температуры (а) и зависимости содержания масляной кислоты в смеси с пиридином в критических растворах от температуры (б) в разрезе 1 тетраэдра состава четверной системы нитрат калия – вода – пиридин – масляная кислота

Для определения зависимостей содержания пиридина в смеси с масляной кислотой и смеси пиридина с масляной кислотой в критических растворах, соответствующих точкам критической ноды K_1S , от температуры, были исследованы смеси компонентов двух дополнительных сечений. Они характеризовались переменным соотношением

масс пиридина и масляной кислоты и постоянным для каждого сечения содержанием смеси нитрата калия с водой: 77.55 и 77.57. Кривые построенных зависимостей начинаются при температуре 18.0°C в точке, принадлежащей критической ноде монотектического состояния тройной системы нитрат калия – вода – масляная кислота (рис. 4).

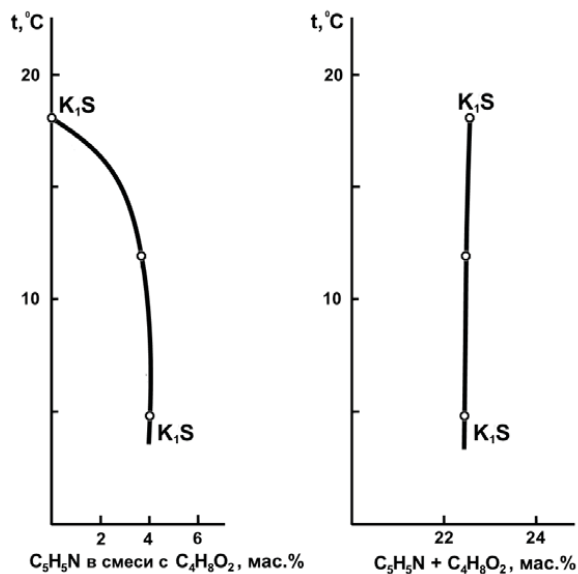


Рис. 4. Зависимости содержания пиридина в смеси с масляной кислотой и смеси пиридина с масляной кислотой в критических растворах, соответствующих точкам критической ноды K_1S , от температуры в разрезе 1 тетраэдра состава четверной системы нитрат калия – вода – пиридин – масляная кислота

Результаты политермических исследований (см. рис. 2–4) использовали для построения изотерм фазовых состояний системы на треугольнике разреза четверной системы при восьми температурах: 5.0, 18.0, 25.0, 45.6, 48.0, 50.1, 52.0 и 60.0°C (рис. 5–7).

При 5.0°C в составляющих тройных системах нитрат калия–вода–масляная кислота и нитрат калия–вода–пиридин осуществляется простая растворимость соли в бинарных растворителях. Поэтому на изотерме при этой температуре (см. рис. 5) существует замкнутая кривая, отделяющая поле первого монотектического состояния $l'_1+l'_2+S$ от поля насыщенных растворов $l+S$. На этой кривой находятся критические точки $K'S$ и K_1S (обозначены большими кружками), принадлежащие критическим нодам монотектического состояния. Граница поля гомогенно-жидкого состояния l (обозначена на диаграммах пунктирной линией) не уточнялась при всех температурах ввиду его очень малых размеров.

Температура 18.0°C соответствует началу расслаивания и образования критической ноды монотектического состояния в пограничной тройной системе нитрат калия–вода–масляная кислота. При этой температуре поле монотектики $l'_1+l'_2+S$ касается стороны треугольника разреза, отвечающей указанной тройной системе, критической точкой K_1S критической ноды монотектики (см. рис. 5). Площадь поля монотектики на изотерме при 18.0°C больше, чем на изотерме при 5.0°C. Следовательно, с повышением температуры происходит увеличение высаливающего действия нитрата калия на смеси пиридина, масляной кислоты и воды.

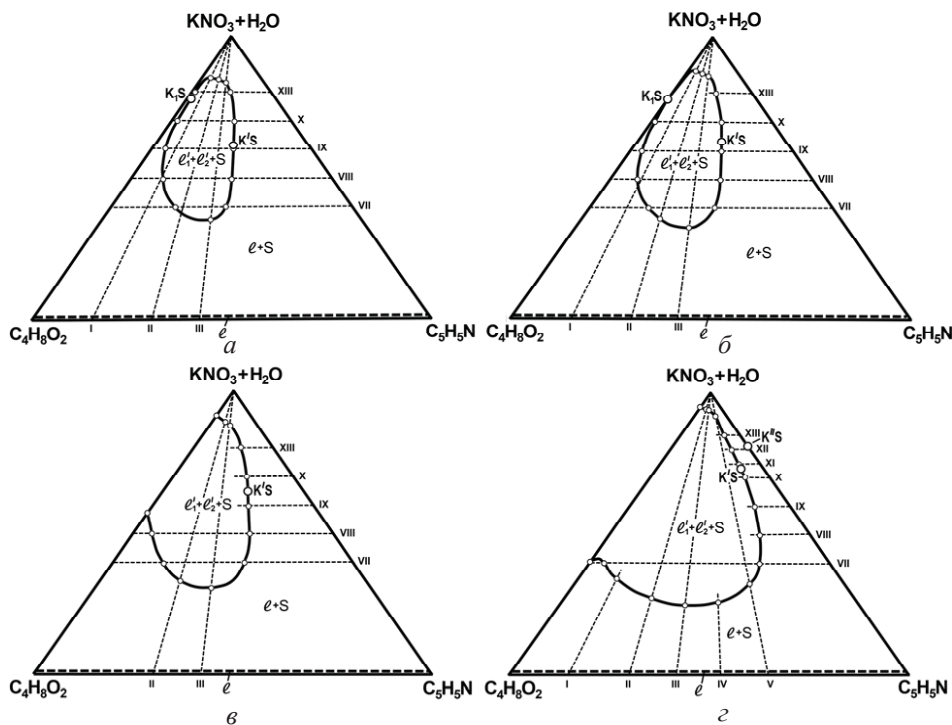


Рис. 5. Изотермы фазовых состояний разреза 1 (мас.%) четверной системы нитрат калия – вода – пиридин – масляная кислота при: а – 5.0; б – 18.0; в – 25.0; г – 45.6 °C



С дальнейшим повышением температуры из критической ноды K_1S в температурно-концентрационной призме тройной системы нитрат калия–вода–масляная кислота развивается объем монотектического состояния. На изотерме разреза, например при 25.0°C (см. рис. 5), это отражается увеличением размеров поля монотектики $l'_1+l'_2+S$, которое примыкает к стороне треугольника состава, отвечающей пограничной системе нитрат калия – вода – масляная кислота.

При температуре 45.6°C на стороне треугольника разреза (см. рис. 5), отвечающей составляющей тройной системе нитрат калия–вода–пиридин, появляется критическая точка $K''S$, принадлежащая критической ноды $K''S$. Данная температура соответствует началу расщепления в этой тройной системе. С дальнейшим повышением температуры в объеме температурно-концентрационной призмы системы критическая ноды $K''S$ трансформируется в объем монотектики $l''_1+l''_2+S$. На изотерме разреза при 48.0°C (см. рис. 6) существует небольшое поле монотектического состояний $l''_1+l''_2+S$ с критической точкой $K''S$, примыкающее к стороне треугольника разреза $(\text{KNO}_3+\text{H}_2\text{O}) - \text{C}_5\text{H}_5\text{N}$. При этом наблюдается сближение критических точек $K'S$ и $K''S$ соответствующих критических нод. На изотерме при 50.1°C (см. рис. 6) наблюдается соприкосновение полей монотектического состояния критическими точками $K'S$ и $K''S$ с образованием единой критической точки KS .

Очевидно, при более высоких температурах будет наблюдаться сначала частичное, а затем полное взаимопроникновение двух объемов монотектик с образованием единого объема

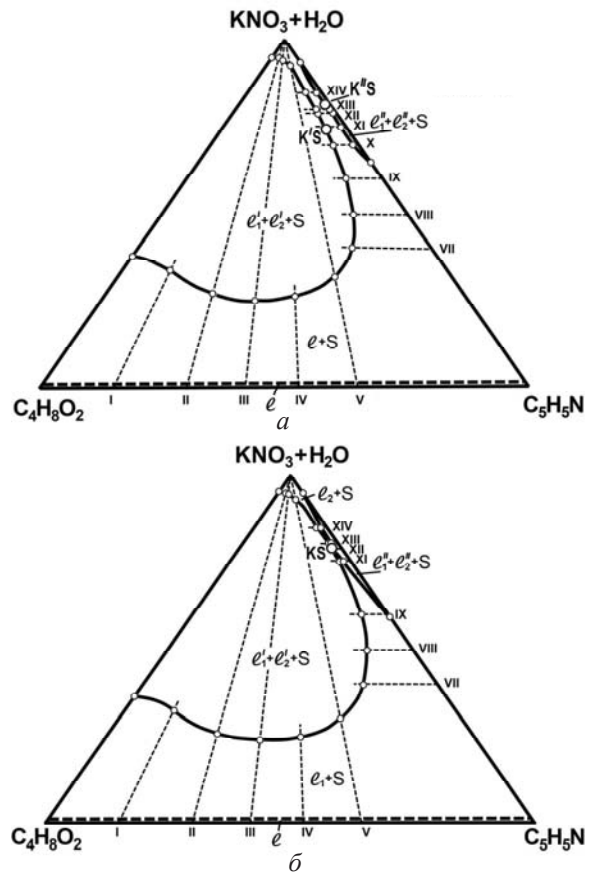


Рис. 6. Изотермы фазовых состояний разреза 1 (мас.%) четверной системы нитрат калия–вода–пиридин–масляная кислота при: *а* – 48.0°C ; *б* – 50.1°C

монотектического состояния l_1+l_2+S . Например, на изотерме при 52.0°C (см. рис. 7) наблюдается неполное взаимопроникновение полей монотектических состояний с образованием единого поля монотектики l_1+l_2+S , характеризующегося наличием двух экстремумов на его границах.

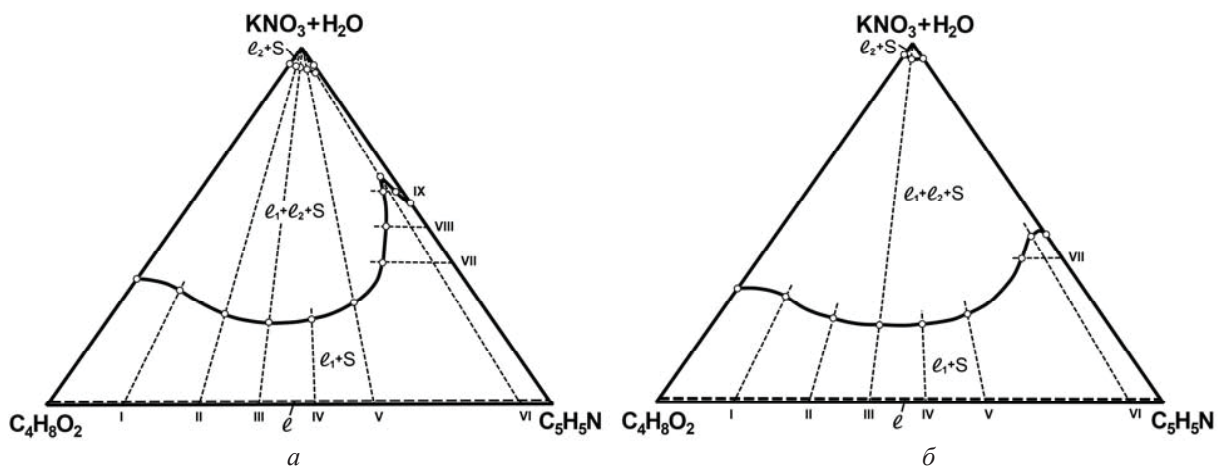


Рис. 7. Изотермы фазовых состояний разреза 1 (мас.%) четверной системы нитрат калия–вода–пиридин–масляная кислота при: *а* – 52.0°C ; *б* – 60.0°C



Дальнейшее повышение температуры не приводит к каким-либо качественным изменениям фазовой диаграммы разреза: наблюдается сглаживание указанных экстремумов (изотерма при 60.0°C, см. рис. 7), увеличивается поле монотектики $\ell_1 + \ell_2 + S$ и уменьшаются поля насыщенных растворов $\ell_1 + S$ и $\ell_2 + S$.

Таким образом, полученные результаты позволили выявить закономерности топологической трансформации фазовой диаграммы разреза 1 четверной системы нитрат калия–вода–пиридин–масляная кислота при изменении температуры, а также подтвердить фрагмент варианта схемы топологической трансформации фазовых диаграмм четверных систем соль–три растворителя, включающих тройную жидкостную систему с замкнутой областью расслаивания [12].

Нами были проведены сравнение и анализ изотермических фазовых диаграмм аналогичного разреза ранее изученной четверной системы хлорид калия – вода – пиридин – масляная кислота [6] и исследованного разреза четверной системы нитрат калия – вода – пиридин – масляная кислота с целью выяснения влияния размера аниона на высаливающее действие соли по отношению к смесям воды, пиридина и масляной кислоты. Установлено, что площадь поля монотектического состояния при одних и тех же относительно низких температурах уменьшается при переходе от KCl к KNO₃, т.е. с увеличением радиуса аниона высаливающее действие соли ослабляется. При максимальной температуре исследования для каждой из указанных систем (80°C для системы с KCl и 60°C для системы с KNO₃) изотермические диаграммы аналогичны и эти соли характеризуются достаточно сильным высаливающим эффектом.

В объеме тетраэдра состава изученных четверных систем установлен один и тот же способ контакта двух объемов монотектических состояний, а именно, их критическими нодами. В каждой из указанных систем определена температура контакта объемов монотектических состояний критическими нодами внутри тетраэдра состава, выше которой наблюдается образование единого объема монотектики (25.8°C для системы с KCl и 50.1°C для системы с KNO₃). Очевидно, возрастание температуры контакта объемов монотектик в указанных четверных системах обусловлено уменьшением степени гидратации аниона по мере увеличения его радиуса от хлорид- к нитрат-иону при одинаковом катионе. Это также свидетельствует о более слабом высаливающем действии нитрата калия по сравнению с хлоридом калия.

Список литературы

1. Яковлева Т. П., Леснов А. Е., Петров Б. И., Денисова С. А. Жидкофазные и экстракционные равновесия в нетрадиционных экстракционных системах, содержащих производные пиразолона // Избранные главы физико-химического анализа : в 2 ч. / Перм. ун-т; ЕНИ при Перм. ун-те. Пермь, 2003. Ч. 1. С. 135–171.
2. Мерцлин Р. В. О системах с верхней тройной критической точкой // Журн. общ. химии. 1936. Т. 6, № 12. С. 1828–1840.
3. Журавлев Е. Ф. О системах с нижней тройной критической точкой // Журн. общ. химии. 1959. Т. 29, № 10. С. 3178–3183.
4. Крупаткин И. Л., Рожнецова П. О. О поведении двойных скрытно-расслаивающихся систем в тройных системах // Журн. физ. химии. 1970. Т. 44, № 4. С. 1036–1039.
5. Сергеева В. Ф., Матюшинская Л. Б. Равновесие жидкость–жидкость в системах вода–изомасляная кислота–пиридин–(2-метилпиридин, 2,4-диметилпиридин, 2,4,6-триметилпиридин) // Журн. общ. химии. 1977. Т. 47, № 6. С. 1215–1218.
6. Черкасов Д. Г. Фазовые равновесия и критические явления в разрезе 1 четверной системы вода – пиридин – масляная кислота – хлорид калия // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2008. Т. 8, вып. 2. С. 28–36.
7. Черкасов Д. Г. Фазовые равновесия и критические явления в разрезе 2 четверной системы вода – пиридин – масляная кислота – хлорид калия // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2009. Т. 9, вып. 2. С. 36–40.
8. Черкасов Д. Г. Фазовые равновесия и критические явления в разрезе 3 четверной системы вода – пиридин – масляная кислота – хлорид калия // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2010. Т. 10, вып. 2. С. 14–19.
9. Черкасов Д. Г., Смотров М. П., Ильин К. К. Равновесие двух жидких фаз и критические явления в тройной системе вода – пиридин – масляная кислота в интервале 5–55 °C // Журн. прикл. химии. 2008. Т. 81, № 2. С. 229–233.
10. Химическая энциклопедия : в 5 т. / ред. И. Л. Кнунянц. М. : Сов. энцикл., 1988–1998. Т. 1–5.
11. Ильин К. К., Черкасов Д. Г. Равновесие трех жидких фаз и критические явления высшего порядка в четверных системах. Сообщение 2. Определение координат трикритической точки и топология объема трехжидкофазного состояния в системе вода – изопропиловый спирт – н.октан – бромид калия // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2006. Т. 49, № 1. С. 3–12.
12. Четурина З. В. Влияние солей на фазовое поведение тройных жидкостных систем с замкнутой областью расслоения : автореф. дис. ... канд. хим. наук. Саратов, 2015. 23 с.



УДК 541.123+543.226

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ В СИСТЕМЕ ИЗ ДВУХСОСНОВНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ: АЗЕЛАИНОВОЙ, ГЛУТАРОВОЙ И СЕБАЦИНОВОЙ

А. В. Колядо, С. М. Алёнова, И. К. Гаркушин

Самарский государственный технический университет
E-mail: saule-alenova@mail.ru



Приведены впервые результаты исследования фазовых равновесий трехкомпонентной системы азелаиновая кислота – глутаровая кислота – себациновая кислота с использованием микрокалориметра теплового потока. Выявлен эвтектический состав с содержанием азелаиновой кислоты – 33,0 мас. %, глутаровой кислоты – 54,0 мас. %, себациновой кислоты – 13,0 мас. %. Температура плавления сплава эвтектического состава в трехкомпонентной системе составляет 70,5 °С, удельная энтальпия плавления – 82 ± 10 Дж/г. Выявленный состав низкоплавкой смеси из трех компонентов может быть рекомендован для приготовления электролита, применяемого при тонкослойном анодировании алюминия и его сплавов.

Ключевые слова: дифференциальный термический анализ (ДТА), себациновая кислота, глутаровая кислота, азелаиновая кислота, эвтектика, удельная энтальпия плавления.

**Research of Phase Equilibriums
in a System of Dibasic Organic Acids:
Azelaic, Glutaric and Sebacic**

A. V. Kolyado, S. M. Alenova, I. K. Garkushin

Presented first the results of the research of phase equilibria of three-component system azelaic acid – glutaric acid – sebacic acid by used the microcalorimeter heat flow. Identified eutectic composition containing azelaic acid – 33,0 wt %, glutaric acid – 54,0 wt %, sebacic acid – 13,0 wt %. The melting temperature of the alloy eutectic composition in the three-component system is 70,5 °С, the specific enthalpy of melting is 82 ± 10 J./g. The revealed composition of the low-melting mixture of the three components can be recommended for the preparation of the electrolyte used in the thin-film anodizing aluminum and its alloys.

Key words: differential thermal analysis (DTA), sebacic acid, glutaric acid, azelaic acid, eutectic, specific enthalpy of melting.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-270-273

Введение

В настоящее время двухосновные органические кислоты применяются в процессах тонкослойного анодирования и предназначены для получения диэлектрического слоя в электролитических конденсаторах, защиты поверхности металлических зеркал от потускнения и придания им большей механической прочности, а также получения диэлектрического слоя

тонкопленочных конденсаторов, полупроводниковых переходов и защитных покрытий в микроэлектронике.

На практике для тонкослойного анодирования применяют электролиты, содержащие щавелевую, лимонную, адипиновую и себациновую кислоты [1]. Себациновая кислота обладает невысокой растворимостью в воде, что осложняет процесс приготовления электролита для анодирования. Использование низкоплавкой композиции позволит улучшить технологические свойства электролита за счет увеличенной растворимости композиции в воде.

Целью исследования является разработка электролита для применения в процессе тонкослойного анодирования алюминиевых сплавов.

Задача исследования заключается в поиске оптимальной композиции, обладающей минимальной температурой плавления и невысокой энтальпией плавления, обеспечивающей лучшую растворимость в воде для приготовления электролита тонкослойного анодирования.

Методы исследования

При помощи установки на базе средне-температурного сканирующего калориметра теплового потока (микрокалориметр ДСК) исследована трехкомпонентная система [2]. Скорость нагревания образцов составляла 8 К/мин. Температуры измерены с точностью $\pm 0,25^\circ$. В качестве индифферентного вещества использован Al_2O_3 квалификации «чда». Концентрации всех компонентов выражены в массовых процентах, температуры фазовых превращений – в градусах Цельсия. Для приготовления составов использовали вещества заводского изготовления, представленные в табл. 1 [3–5]. Хорошее разделение пиков на дифференциальной кривой достигали использованием малых навесок массой от 0,015 до 0,025 г.

С использованием калориметрии экспериментально определена энтальпия плавления эвтектики тройной системы.



Таблица 1

Характеристики веществ, используемых в исследовании

Кислота	Химическая формула	Температура плавления, °С	Квалификация
Азелаиновая (АзК)	$(\text{CH}_2)_7(\text{COOH})_2$	106,5	«ч»
Себациновая (СебК)	$(\text{CH}_2)_8(\text{COOH})_2$	134,5	«ч»
Глутаровая (ГлК)	$(\text{CH}_2)_3(\text{COOH})_2$	97,5	«ч»

Результаты и их обсуждение

Авторами экспериментально исследованы двухкомпонентные системы, являющиеся ограничивающими элементами трехкомпонентной

системы. Все три двухкомпонентные системы относятся к системам эвтектического типа. Характеристики эвтектических сплавов, выявленных в двойных системах, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Температуры плавления двухкомпонентных систем с участием дикарбоновых алифатических кислот

Система	Состав, мас. %			Температура плавления, °С
	АзК	ГлК	СебК	
АзК – ГлК	38,1	61,9	–	75,1
СебК – ГлК	–	75,0	25,0	88
СебК – АзК	75,3	–	24,7	95,8

Полученные авторами данные по составам и температурам плавления сплавов, отвечающие точкам неинвариантных равновесий в двух-

компонентных системах, нанесены на модель системы – концентрационный треугольник (рис. 1).

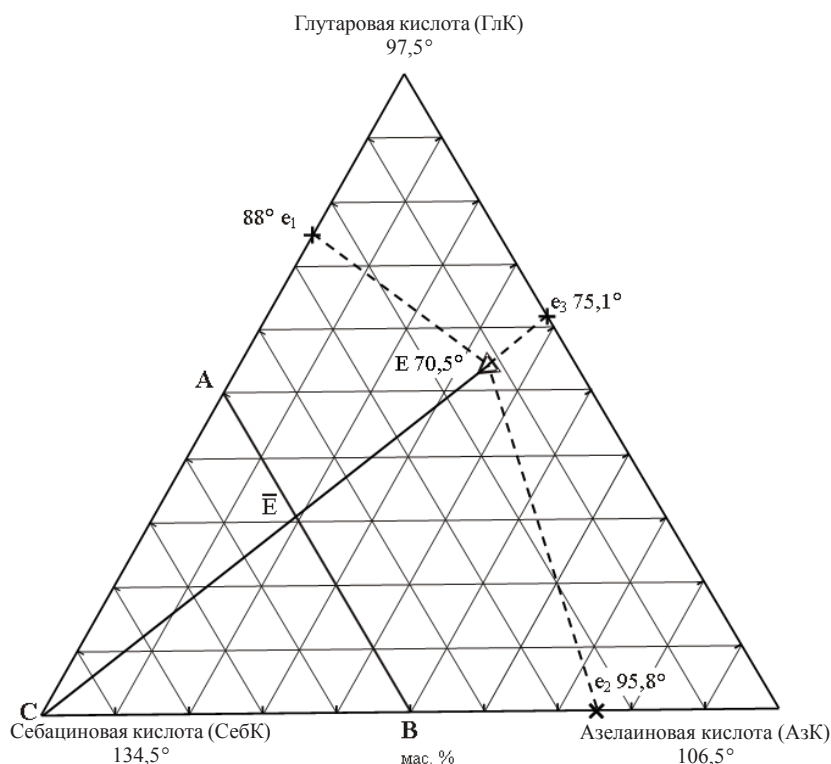


Рис. 1. Концентрационный треугольник системы себациновая кислота – глутаровая кислота – азелаиновая кислота



Проведено планирование эксперимента в соответствии с правилами проекционно-термографического метода анализа (ПТГМ) [6], в результате которого для экспериментального

исследования выбран политермический разрез АВ в поле кристаллизации себациновой кислоты, Т-х диаграмма которого приведена на рис. 2.

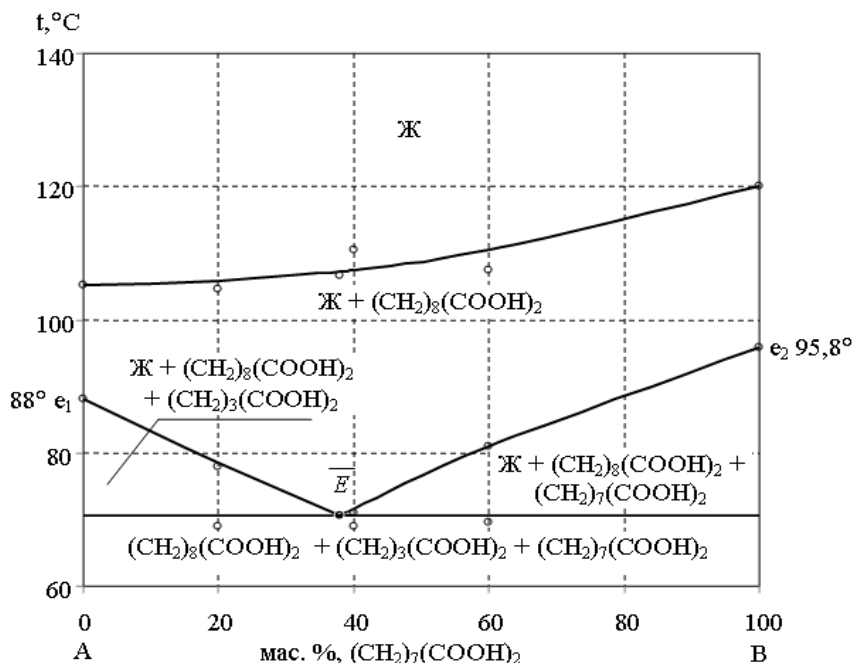


Рис. 2. Т-х диаграмма разреза АВ

Из Т-х диаграммы разреза АВ определено соотношение компонентов – азелаиновой кислоты и себациновой кислоты, в тройной эвтектике (точка \bar{A} разреза АВ) и её температура плавления

(70,5°C). Исследованием разреза $C \rightarrow \bar{A} \rightarrow E$ (рис. 3) определен состав тройной эвтектики: 33,0 мас.% азелаиновой кислоты, 54,0 мас.% глутаровой кислоты, 13,0 мас.% себациновой кислоты.

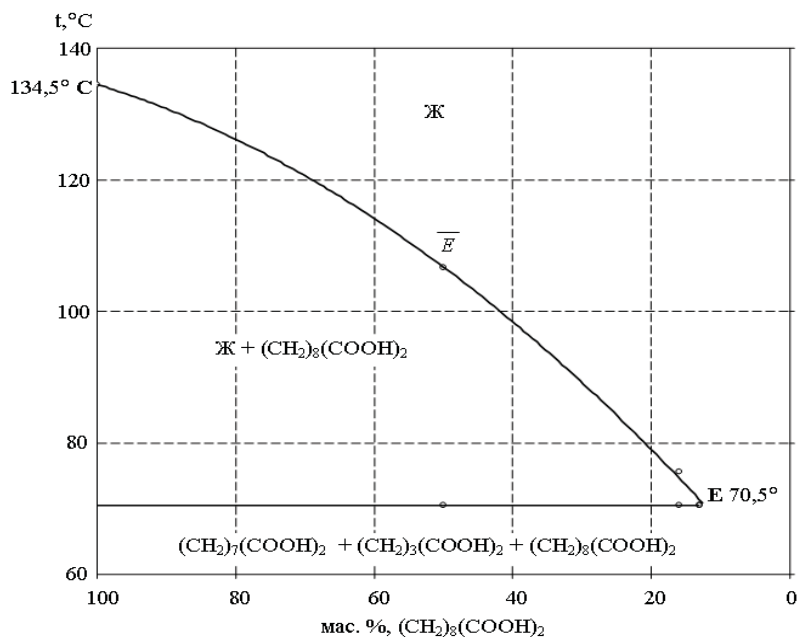


Рис. 3. Т-х диаграмма разреза $C \rightarrow \bar{A} \rightarrow E$ в трехкомпонентной системе себациновая кислота – глутаровая кислота – азелаиновая кислота



Фазовый комплекс системы представлен тремя полями кристаллизации исходных компонентов. Преобладающее поле кристаллизации отвечает наиболее тугоплавкому компоненту (себаценовой кислоте), а минимальное поле кристаллизации отвечает глутаровой кислоте (см. рис. 1).

Калориметрическим методом определена удельная энтальпия плавления сплава эвтектического состава в трехкомпонентной системе. При доверительной вероятности 0,95 удельная энтальпия плавления равна 82 ± 10 Дж/г.

Для каждого элемента фазовой диаграммы трехкомпонентной системы описаны фазовые равновесия:

поля: СебК e_1 E e_2 : Ж \rightleftharpoons СебК;

ГлК e_1 E e_3 : Ж \rightleftharpoons ГлК;

АзК e_2 E e_3 : Ж \rightleftharpoons АзК;

линии: e_1 E: Ж \rightleftharpoons СебК+ ГлК;

e_2 E: Ж \rightleftharpoons АзК+ СебК;

e_3 E: Ж \rightleftharpoons ГлК+ АзК;

точка E: Ж \rightleftharpoons АзК+ ГлК+ СебК.

Выявленные эвтектические составы могут быть использованы в качестве теплоаккумулирующих веществ или в процессе получения тонкослойного анодно-окисного покрытия на алюминиевых сплавах.

Выводы

1. Изучены двухкомпонентные системы азелаиновая кислота – глутаровая кислота, глутаровая кислота – себаценовая кислота, азелаиновая

кислота – себаценовая кислоты, а также тройная система азелаиновая кислота – глутаровая кислота – себаценовая кислота. Все системы относятся к эвтектическому типу.

2. Описаны фазовые равновесия для элементов диаграммы трехкомпонентной системы.

3. Выявлен состав низкоплавкой смеси из трех компонентов, который может быть рекомендован для приготовления электролита, применяемого при тонкослойном анодировании алюминия и его сплавов.

Список литературы

1. Вихарев А. В., Вихарев А. А., Вагина Э. А. Исследование анодного оксида алюминия сформированного в растворах дикарбоновых кислот // Ползуновский вестн. 2002. № 1. С. 180–184.
2. Мощенский Ю. В. Дифференциальный сканирующий калориметр ДСК-500 // Приборы и техника эксперимента. 2003. № 6. С. 143–144.
3. Фрейдлин Т. Н. Алифатические дикарбоновые кислоты. М.: Химия, 1978. 263 с.
4. Рабинович В. А., Хавин З. Я. Краткий химический справочник. Л.: Химия. Ленингр. отд-ние, 1977. С. 222.
5. Химическая энциклопедия: в 5 т. / ред.-кол.: Ю. А. Золотов и др. М.: Большая Рос. энцикл., 1995. Т. 4. С. 307.
6. Трунин А. С., Космынин А. С. Проекционно-термографический метод исследования гетерогенных равновесий в конденсированных многокомпонентной системе. Куйбышев, 1977. 68 с. Деп. в ВИНТИ 12.04.77, № 1372–77.

УДК 614.876

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НЕКОТОРЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

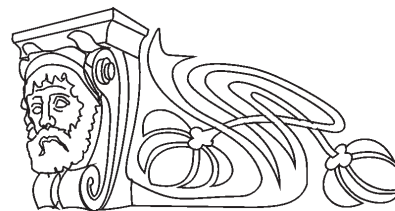
В. З. Углова, В. М. Борзов

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: UglanovaVZ@mail.ru, vbtrubka@gmail.com

Вопросам экологической безопасности промышленных материалов и изделий, широко используемых при возведении жилых и общественных объектов, в последние годы уделяется большое внимание. На качество жилища оказывает влияние выбор «чистых» строительных материалов, не содержащих вредные для здоровья человека химические вещества: ртуть, свинец, кадмий, хром, их соли и изотопы, а также некоторые природные радионуклиды (радий 226, торий 232, калий 40, цезий 137). Проведены измерения величин мощности амбиентного эквивалента дозы

и мощности экспозиционной дозы, расчет удельной активности строительных материалов и изделий. Установлено, что исследуемые образцы имеют повышенные значения характеризующих величин. Предложены способы их понижения на 20–40%, и, как следствие, повышение класса безопасности строительных материалов.

Ключевые слова: экологическая безопасность, мощность экспозиционной дозы, радионуклиды, строительные материалы и изделия, защита.





Assessment of the Environmental Safety of Some Building Materials and Products

V. Z. Uglanova, V. M. Borzov

In recent years, much attention is paid to the environmental safety of industrial materials and products widely used in the construction of residential and public buildings. Housing quality is influenced by the choice of «clean» construction materials not containing any chemical substances harmful to human health, namely: mercury, lead, cadmium, chromium, their salts and isotopes, as well as some naturally occurring radionuclides (radium 226, thorium 232, potassium 40, and cesium 137). The values of ambient dose equivalent and exposure dose were measured; the specific activity of some building materials and products was calculated. The samples tested were found to have high values of the characterizing variables. Some methods of their reducing down to 20–40% are proposed, and, as a result, the safety class of these building materials can be raised.

Keywords: ecological safety, exposure dose, radionuclides, construction materials and products, protection.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-273-279

Введение

Развитие человечества чаще обусловлено стремлением к комфортной, обеспеченной и безопасной жизни. Благодаря научно-технической революции качество современной жизни существенно улучшилось. Важным и наглядным показателем возросшего уровня жизни стала увеличившаяся вдвое с XVIII в. средняя продолжительность жизни людей. Однако стремление человека к достижению желаемых благ способствовало появлению новых потенциальных и реальных угроз. А современная промышленность (атомная, космическая, авиационная, энергетическая, химическая) стала постоянным источником техногенных опасностей. Одной из таких опасностей является радиоактивность.

Известно, что радиационная обстановка на территории РФ в целом определяется следующими источниками ионизирующих излучений: природной радиоактивностью; радиационным фоном, обусловленным проводившимися в предыдущие годы испытаниями ядерного оружия; эксплуатацией радиационно опасных объектов; наличием территорий, загрязненных радиоактивными веществами вследствие деятельности объектов современной промышленности [1]. Исследования показали, что воздействие естественных источников ионизирующих излучений, а также облучение людей поражающими факторами ядерных испытаний незначительны. Основной вклад вносят объекты, материалы, изделия, изготовленные из радиоактивного сырья природного происхождения, а также промышленных отходов, техногенно измененные природные

объекты [2–5]. Наибольшие дозы радиационного облучения население получает от строительных материалов, изделий и конструкций (до 65%) [6–8]. Установлено, что 80% своего времени население проводит в помещениях, поэтому особую актуальность приобретают вопросы обеспечения радиационной безопасности населения и снижения уровня облучения в жилых помещениях, промышленных зданиях и сооружениях [9].

При строительстве современных жилых зданий большое внимание уделяется безопасности строительных материалов [6, 7, 9]. Комфорт, качественный вид, уровень отделки теперь в большей степени связывают с экологической безопасностью строительной продукции. Современные промышленные технологии позволяют производить разнообразную продукцию из различного сырья и, как показывают исследования, не всегда из экологически «чистого» [10–13]. К веществам, вредным для здоровья человека и содержащимся в строительных материалах, относят металлы: ртуть (Hg), свинец (Pb), кадмий (Cd), хром (Cr), их соли, которые могут содержаться в материалах из природного камня, материалах на основе минеральных вяжущих или полимерных веществ. По химическому составу и наличию указанных тяжелых металлов, изотопы которых наиболее радиационно активны, а также некоторых природных радионуклидов (радия 226, тория 232, калия 40, цезия 137) можно прогнозировать и радиационную безопасность строительных материалов, изделий и объектов. Наглядно о нагрузках на человека строительных материалов, из которых возведены стены зданий, можно судить по нижеприведенным данным. Так, при проживании в течение года в различных домах человек получает следующие дозы излучения от стен:

- в кирпичном доме – от 50 до 100 мбэр;
- в бетонном – от 70 до 100 мбэр;
- в деревянном – от 30 до 50 мбэр.

Доза природного излучения, получаемого человеком за год меньше техногенной:

- от космических лучей – 45 мбэр;
- от почвы – 15 мбэр;
- от воды, пищи, воздуха – 25 мбэр;
- от рентгеновской диагностики (флюорография) – 370 мбэр;
- при перелете самолетом на расстояние 2 400 км – 1 мбэр;
- ежедневный в течение года 3-часовой просмотр ТВ – 0,5 мбэр.

Анализ литературы, а также собственные исследования показали, что интенсивность радиационного фона – величина непостоянная,



меняющаяся во времени: возможны суточные колебания, сезонные, годовые и более сложные временные циклы. Важными факторами, оказывающими влияние на радиационный фон, являются климатические параметры [14, 15]. Установлено, что резкие изменения значений величин температуры, давления и влажности атмосферы отрицательно сказываются на здоровье людей. Совпадение же во времени радиационных и неблагоприятных климатических факторов увеличивает медицинский риск населения. При этом могут возникать эффекты синергизма – величина суммарного последствия от нескольких воздействий оказывается выше, чем формальная сумма каждого последствия.

В связи с высокой радиоактивностью целого ряда строительных материалов и изделий, особенно изготовленных с применением отходов промышленных предприятий, возникла проблема разработки принципиально новых материалов высокой радиационной стойкости и защиты строительных конструкций от ионизирующего излучения. Хорошей защитой от радиоактивных излучений являются экраны из тяжёлых металлов, в частности свинца и свинцовых материалов. Но следует отметить, они являются достаточно вредными для здоровья человека. Использование специальных радиационно-защитных смесей в строительных конструкциях является альтернативой свинцовым материалам [9, 16].

В связи с этим настоящая работа, посвященная измерению величин мощности AMBIENTного эквивалента дозы и мощности экспозиционной дозы, возникающих в результате эксхалляции радиоактивных веществ с поверхности строительных материалов и изделий, а также выявлению и оценке возможных способов снижения их значений, является актуальной.

Экспериментальная часть

В качестве исследуемых образцов были выбраны следующие строительные материалы (1 – песок карьерный, 2 – цемент) и изделия (3 – кирпич красный, 4 – кирпич шамотный, 5 – кирпич белый силикатный, 6 – пеноблок).

Измерения проводили с помощью приборов, позволяющих оценить уровни радиации на местности, в помещениях, радиоактивность загрязнения материалов и продуктов: индикатор радиоактивности РАДЭКС РД 1503 (Россия) и дозиметр-радиометр бытовой АНРИ-01-02 «СОСНА» (Россия). Указанные приборы оценивают радиационную обстановку по величине мощности AMBIENTного эквивалента дозы γ -излучения с учетом загрязненности объектов источниками β -частиц или по величине мощности экспозиционной дозы (Φ) с учетом загрязненности объектов источниками β -частиц [17, 18]. В связи с тем что ионизирующее излучение носит статистический вероятностный характер, то показания прибора в одинаковых условиях не могут быть строго постоянными. Для достоверного определения уровня мощности дозы были проведены от 10 до 15 циклов наблюдения без отключения прибора.

При измерении мощности экспозиционной дозы прибор подносился к объекту обследования на расстоянии 5–10 мм левой боковой стороной (с прорезями) (РАДЭКС РД 1503) или устанавливался непосредственно на образец (АНРИ-01-02 «СОСНА»). В изделиях 3, 4, 5, 6 измерения проводили в двух позициях: 1 – боковая торцевая поверхность кирпича или блока, 2 – плоскость сечения изделия (скол) с целью выявления возможного различия в величинах мощности экспозиционной дозы (Φ) на внешней поверхности, обращенной во внутренние помещения зданий, и поверхности скола или разреза (рисунок).



а



б

Поверхности, на которых проводили измерения мощности экспозиционной дозы: а – боковая торцевая поверхность кирпича или блока; б – плоскость сечения кирпича



Результаты и их обсуждение

Определение мощности амбиентного эквивалента дозы и мощности экспозиционной дозы строительных материалов и изделий

Результаты оценки фоновой мощности дозы всех выбранных объектов исследования представлены в табл. 1.

Анализ полученных данных показал, что значения Φ для всех исследуемых изделий незначительно превышают или приближены к значениям фоновой мощности экспозиционной

дозы, установленной для Саратовской области (15 мкР/ч). Так, наиболее безопасными являются строительные материалы – песок и цемент, изделие – пеноблок. Можно предположить, что исходное сырье для пеноблока имело низкие значения Φ , не превышающие установленные нормы. Установлено, что на сколе образцов (позиция № 2) значения фоновой экспозиционной мощности повышаются. Так, для белого кирпича Φ возрастает на ~8–9%, шамотного кирпича – ~11%, пеноблока – ~12% (см. табл. 1).

Таблица 1

Значения величины мощности доз исследуемых материалов на внутренней поверхности (позиция №1) и сколе (позиция №2). РАДЭКС РД 1503; Апри-01-02 Сосна

Исследуемый образец	Мощность амбиентного эквивалента дозы, мкЗв/ч		Мощность экспозиционной дозы, мкР/ч	
	Позиция №1	Позиция №2	Позиция №1	Позиция №2
Кирпич красный	0,157±0,006 0,162±0,003	0,160±0,007 0,162±0,006	15,8±0,3 16,2±0,4	16,3±0,4 16,3±0,4
Кирпич шамотный	0,179±0,009 0,183±0,010	0,200±0,009 0,207±0,009	17,2±0,3 18,3±0,5	19,7±0,2 19,5±0,5
Кирпич белый силикатный	0,136±0,004 0,128±0,009	0,186±0,006 0,182±0,004	16,6±0,1 17,0±0,4	17,2±0,2 18,2±0,2
Пеноблок	0,139±0,004 0,150±0,010	0,163±0,008 0,171±0,003	14,9±0,2 15,0±0,3	16,9±0,3 17,2±0,3
Песок	0,154±0,008 0,153±0,009	–	15,6±0,1 15,6±0,3	–
Цемент	0,146±0,007 0,144±0,005	–	14,7±0,2 14,5±0,3	–

Предположим, что радионуклидный состав в исследуемых образцах практически постоянен и образцы имеют равномерность радиоактивного загрязнения, тогда мощности экспозиционной дозы в 1 мР/ч соответствует плотность загрязнения поверхности порядка 3500 Ки/км². Это позволяет рассчитать плотность загрязнения поверхности, т.е. поверхностную активность образцов (табл. 2).

Таблица 2

Поверхностная активность строительных материалов среднее. РАДЭКС РД 1503; Апри-01-02 Сосна

Исследуемый образец	Поверхностная активность, кБк/м ²	
	Позиция №1	Позиция №2
Кирпич красный	2044 2111	2044 2110
Кирпич шамотный	2322 2409	2487 2522
Кирпич белый	2117 2210	2284 2351
Пеноблок	1940 2054	2115 2223
Песок	2004 1994	–
Цемент	1889 1886	–

Значения поверхностной активности строительных материалов и изделий позволила рассчитать активность и удельную активность (табл. 3):

$$A_m = \frac{A}{m} \quad A_s = \frac{A}{S},$$

где A_m – удельная активность, Бк/кг; m – масса, кг; A_s – поверхностная активность, Бк/м²; S – площадь, м²; A – активность, Бк.

Таблица 3

Значения величин активности и удельной активности исследуемых образцов. РАДЭКС РД 1503; Апри-01-02 Сосна

Исследуемый образец	Активность, Бк	Удельная активность, Бк/кг
Красный кирпич	2097 2111	524 541
Кирпич шамотный	2405 2465	512 525
Кирпич белый	2200 2280	579 600
Пеноблок	2138 2083	91,2 89,0
Песок	1994 1994	146 148
Цемент	1886 1886	132 132



Исходя из того что в удельную активность вносят вклад те же радиоизотопы (радий-226, торий-232, калий-40), то, вероятно, рассчитанная активность будет отражать *удельную эффективную активность* строительных материалов и изделий. Сравнение результатов исследования (см. табл. 3) и нормированных данных (табл. 4) [12] показало, что удельная эффективная активность исследуемых образцов, а именно кирпича красного, шамотного и белого, превышает установленные в ГОСТ. Так, значения A_S красного кирпича превы-

шает норму на ~46%, шамотного – ~42, белого – ~62%. Рассчитанные значения удельной активности всех образцов кирпича свидетельствуют о том, что данные изделия можно отнести ко 2-му классу безопасности, поэтому они не рекомендуются для использования при строительстве жилых помещений. В свою очередь, песок, цемент, пеноблок имеют меньшие значения удельной активности, относятся к 1-му классу безопасности и могут быть рекомендованы как строительные материалы при возведении жилых зданий.

Таблица 4

Критерии для принятия решения об использовании строительных материалов согласно гигиеническим нормативам [12]

Материал	Аэфф, Бк/кг	Класс безопасности	Установленная область применения
Щебень Гравий	≤ 370	1	Во вновь строящихся жилых и общественных зданиях
Песок Цемент Гипс Плиты облицовочные Кирпич Камни стеновые	370÷740	2	Для дорожного строительства в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, а также при возведении производственных зданий и сооружений
Отходы промышленного производства и др.	740÷2800	3	В дорожном строительстве вне населенных пунктов
	≥ 2800	4	Вопрос об использовании материала решается по согласованию с Госкомсанэпиднадзором

Способы понижения мощности экспозиционной дозы строительных изделий

Для снижения фоновой мощности в помещении следует использовать отделочные материалы с высокой плотностью и низкой A_m [19]. К материалам с высокой плотностью относятся бетоны, стекло, граниты, тяжелые камни и др. Однако эти материалы имеют большую эффективную удельную активность (более 200 Бк/кг) или по своим физическим свойствам не могут быть универсальным отделочным (стекло) и тем более конструкционным материалом в зданиях [20].

Для понижения мощности доз (амбиентного эквивалента и экспозиционной) строительных изделий выбраны следующие защитные материалы и способы их нанесения: смачивание исследуемого объекта водой, покрытие грунтовкой, шпаклевкой и штукатуркой.

Обработку строительных изделий проводили следующим образом:

1) *вода, грунтовка*: поверхность всех образцов кирпичей смачивали водой или грунтовкой с помощью пульверизатора или кисти, оставляли образцы на 5 мин для того, чтобы защитные материалы впитались в поверхность кирпича, затем с интервалом 30 мин проводили измерения мощности экспозиционной дозы;

2) *шпаклевка, штукатурка*: на образцы кирпичей наносили слой защитной смеси толщиной 1 см, высушивали и с интервалом 30 мин проводили измерения мощности экспозиционной дозы.

Результаты исследований представлены в табл. 5.

Анализ результатов исследования показал (см. табл. 5), что смачивание исследуемых объектов водой не является эффективным методом снижения величины Φ , так как мощность экспозиционной дозы, сразу после смачивания понижаясь незначительно в среднем на 1,0 мкЗв/ч, через ~3 ч вновь повышалась до исходной. Вероятно, это связано с временным замедлением процесса эксхалиции радионуклидов с поверхности строительных изделий за счет проникновения воды из пор. Испарение воды и высыхание поверхности вновь повышают величину мощности экспозиционной дозы.

Установлено, что обработка поверхностей строительных изделий грунтовкой, шпаклевкой и штукатуркой более эффективна. При использовании *грунтовки* значения Φ понижались в среднем для красного кирпича на 23%, шамотного кирпича – 29%, белого кирпича – 21%; *шпаклевки*: для красного кирпича на 30%,



Таблица 5

Значения величин мощности экспозиционной дозы, поверхностной активности и удельной активности исследуемых объектов, обработанных защитными материалами. Анри-01-02 Сосна

Исследуемый образец кирпича	Φ , мкР/ч	A_S , кБк/м ²	A_m , Бк/кг
Вода			
Красный	15,4	1991	510
Шамотный	18,1	2342	498
Белый силикатный	15,9	2067	544
Грунтовка			
Красный	12,5	1624	416
Шамотный	13,5	1754	373
Белый силикатный	13,2	1802	474
Шпаклевка			
Красный	11,5	1489	382
Шамотный	12,9	1715	365
Белый силикатный	12,0	1613	424
Штукатурка			
Красный	10,7	1435	357
Шамотный	11,2	1597	339
Белый силикатный	10,6	1381	367

шамотного кирпича – 31%, белого кирпича – 29%; *штукатурки*: для красного кирпича на 34%, шамотного кирпича – 35%, белого кирпича – 40%.

Таким образом, обработка строительных материалов защитными смесями способна снижать величину мощности экспозиционной дозы и AMBIENTного эквивалента дозы. Наиболее эффективна обработка поверхностей строительных изделий готовых помещений слоем штукатурки. Это позволяет повысить класс безопасности строительных изделий (см. табл. 4) [12].

Список литературы

1. Владимиров В. А., Измалков В. И., Измалков А. В. Радиационная и химическая безопасность населения / МЧС России. М.: Деловой экспресс, 2005. 544 с.
2. Лукутцова Н. П. Техногенные радионуклиды и строительные материалы // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2002. № 2. С. 18–19.
3. Углова В. З., Черкасова О. А., Гайдаенко А. О., Левченко П. А. Влияния различных факторов на величину радиационного фона бытовых помещений в процессе водопотребления // Техногенная и природная безопасность ТПБ-2013 : материалы II Всерос. науч.-практ. конф. / под ред. Д. А. Соловьева. Саратов, 2013. С. 238–242.
4. Черкасова О. А., Углова В. З., Насонов С. С., Левченко П. А. Измерение и сравнительный анализ радиационного фона в помещениях различного назначения // Техногенная и природная безопасность ТПБ-2013 : материалы II Всерос. науч.-практ. конф. / под ред. Д. А. Соловьева. Саратов, 2013. С. 264–268.
5. Черкасова О. А., Углова В. З. Экологическая диагностика безопасности жилых помещений // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Физика. 2014. Т. 14, вып. 1. С. 25–31.
6. Сидельникова О. П., Козлов Ю. Д. Влияние активности естественных радионуклидов строительных материалов на радиационный фон помещений. М.: Энергоатомиздат, 1996. 160 с.
7. Гупало О. С., Беликов А. С., Денисенко В. И., Шаломов В. А. Радиационная безопасность применяемых строительных материалов // Строительство, материаловедение, машиностроение. 2008. Вып. 46. С. 21–26.
8. Онищенко Г. Г., Иванов С. И. Основные итоги деятельности государственной санитарно-эпидемиологической службы по ограничению облучения населения России от природных источников ионизирующих излучений, нерешенные проблемы и задачи на предстоящий период // Актуальные проблемы ограничения облучения населения от природных источников ионизирующего излучения. Радон-2000 : материалы науч.-практ. конф. (Пушино, 18–20 апреля 2000 г.). М., 2000. С. 3–11.
9. Чуйкова И. С. Снижение радиоактивности строительных материалов : дис. ... канд. техн. наук. Белгород, 2002. 175 с.
10. Кондратенко Т. О., Сайбель А. В. Экологическая оценка при выборе строительных материалов для нового строительства, реконструкции и реставрации //



- Инженерный вестник Дона. 2012. № 4 (ч. 2). URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p2u2012/1299>
- Федеральный закон РФ «О радиационной безопасности населения» от 1996 г. № 3-ФЗ. URL: www.consultant.ru/documents/cons_doc_LAW8797.
 - ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов» // Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС). М., 1994. 11 с. URL: gostrf.com/normadata/1/4294853/4294853068.pdf.
 - МГСН 2.02-97 Допустимые уровни ионизирующего излучения и радона на участках застройки. URL: docs.cnfd.ru/documents/1200000484.
 - Угланова В. З., Денисов Н. С., Панорядов В. М., Борзов В. М. Вариации радиационного фона естественных водных источников // Экономика и социум. 2015. № 2–5 (15). С. 1216–1221.
 - Cherkasova O. A., Uglanova V. Z., Kanevez S. I. Dose di esposizione controllo delle radiazioni esterne negli edifici residenziali // Ital. Scie. Rev. 2014. № 5 (14). С. 159–162.
 - Сидельникова О. П., Козлов Ю. Д., Сидякин П. А., Михнев И. П. Защитные материалы для снижения мощности дозы в помещениях // Изв. вузов. Строительство. 1999. № 2/3. С. 57–59.
 - Индикатор Радиоактивности РАДЭКС РД1503 (RADEX RD1503). Паспорт 10.КР.01.00.00.000ПС. Индикатор Радиоактивности РАДЭКС РД1503 Руководство по эксплуатации 10.КР.01.00.00.000РЭ. М.: Изд-во ООО «Кварта-Рад», 2005. 12 с.
 - Дозиметр-Радиометр Бытовой АНРИ-01-02 «СО-СНА». Руководство по эксплуатации РБ -1.00.000 РЭ. Минск: Изд-во БПО «Экран», 1991. 48 с.
 - Сидельникова О. П., Стефаненко И. В., Соколов П. Э. Радиационная безопасность в зданиях: справочник. М.: Энергоатомиздат, 2006. 325 с.
 - Сидельникова О. П. Радиационный контроль в строительной индустрии. М.: АСВ, 2002. 208 с.

УДК 577.322:[547.962.3+547.963.4]

КОНКУРЕНТНАЯ СОРБЦИЯ K^+ В ПРИСУТСТВИИ Na^+ БЫЧИМ СЫВОРОТОЧНЫМ АЛЬБУМИНОМ И ГЕМОГЛОБИНОМ

В. Г. Ребров¹, Д. Г. Верхов¹, С. В. Сидоренко²,
А. Д. Усанов¹, А. В. Скрипаль¹, Д. А. Усанов¹

¹Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: rebrovvg@yandex.ru

²Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

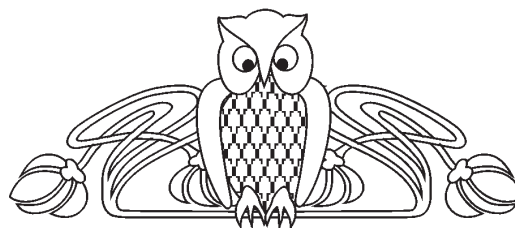
Показано избирательное накопление одновалентных катионов K^+ , Na^+ , Rb^+ , Cs^+ белками альбумином и гемоглобином. Установлена предпочтительная сорбция калия в присутствии натрия исследуемыми белками. Показано, что с ростом концентрации натрия в составе водных растворов белков возрастает количество связанного белками калия. Результаты исследований сорбции ионов калия в присутствии ионов натрия при различных концентрациях их солей хлоридов бычьим сывороточным альбумином и гемоглобином совпадают с аналогичными результатами, наблюдаемыми в исследованиях на живых мышечных клетках.

Ключевые слова: одновалентные катионы, белки, сорбция.

Competitive Binding of K^+ in the Presence of Na^+ with Bovine Serum Albumin and Hemoglobin

V. G. Rebrov, D. G. Verkhov, S. V. Sidorenko,
A. D. Usanov, A. V. Skripal, D. A. Usanov

Selective accumulation of monovalent cations K^+ , Na^+ , Rb^+ , Cs^+ with albumin and hemoglobin is shown. Preferential sorption of potassium in the presence of sodium with test proteins is determined. It is shown that with increasing concentrations of sodium in the composition of



aqueous solutions of the proteins, the amount of potassium bound by proteins increases. The results of investigation concerning sorption of potassium ions in the presence of sodium ions at various concentrations of their chloride salts by bovine serum albumin and hemoglobin coincide with similar results observed in studies on living muscle cells.

Key words: monovalent cations, proteins, sorption.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-279-284

Введение

Известно, что в клетке существуют универсальные системы ионного гомеостаза, изменяющиеся при внешних воздействиях. Накоплен богатый экспериментальный материал о роли ионов в жизнедеятельности клетки, об изменениях параметров ионного гомеостаза при внешних воздействиях и в процессах развития. Ионные концентрации влияют на активность ферментов. Изменения концентраций ионов могут влиять не только на активность и специфичность ферментов, но и на стабильность биологических



систем [1, 2]. Так, по данным Крогера и Лецци [3–5], гены проявляют дифференциальную чувствительность к отдельным ионам в процессах транскрипции, и эти реакции генспецифичны.

Известны работы, посвященные влиянию ионов K^+ и Na^+ на биологические процессы. Так, в работах [6–8] показана возможность воздействия этих катионов на уровень биолюминесценции микроорганизмов при ферментативных процессах, исследованных *in vivo* и *in vitro*, с определением соотношений между регистрируемыми эффектами. При этом механизм действия связывают с влиянием на процессы переноса этих катионов [9]. В результате было установлено, что основным эффектом воздействия K^+ и Na^+ на ферментативную активность, связанную с генерацией свечения, являлось дозозависимое подавление интенсивности биолюминесценции бактерий в растворах солей калия и натрия. При этом различия в повышении ферментативной активности для K^+ и Na^+ не наблюдались.

История экспериментальных исследований состояния K^+ и Na^+ внутри клетки свидетельствует о многообразии подходов к изучению этой проблемы. В ранних экспериментах показано, что выделенные нативные белки не связывают значительное количество щелочных ионов [10–12] и не способны избирательно связывать в заметных количествах ионы K^+ (или Na^+) [13, 14]. Для того чтобы исследовать эту способность в опытах *in vitro*, Л. Эдельманом проведён эксперимент на мышечных клетках, в котором была найдена преимущественная аккумуляция в них K^+ , Cs^+ над Na^+ [15]. Неравномерное распределение катионов в клетке было также подтверждено с помощью дисперсионного рентгеновского микроанализа [16–18]. В работах [19, 20] было показано, что центрами, которые по электростатическому механизму адсорбируют K^+ , Cs^+ , Tl^+ и Na^+ , являются карбоксильные группы аспарагиновой и глутаминовой аминокислот всех типов белков. Также была теоретически вычислена энергия ассоциации (в ккал/моль) ионов K^+ , Na^+ , Rb^+ , Cs^+ с однозарядной кислотной карбоксильной группой [21].

В настоящее время актуальной является задача исследования взаимного влияния K^+ и Na^+ при сорбции белками при различных концентрациях их в среде. В литературе имеются сообщения о проведении подобных экспериментов на портняжной мышце и мышечных клетках лягушки. В работе [22] показана концентрационная зависимость накопления Na^+ в мышечных клетках от его концентрации в омывающем растворе $NaCl$ в присутствии ионов K^+ при различных

его концентрациях в среде. Показано, что при увеличении концентрации K^+ в растворе выше физиологической нормы 2,5 ммоль/л, калий полностью вытесняет Na^+ из мест связывания. Однако до сих пор отсутствуют исследования о связывании этих одновалентных катионов отдельно взятыми белками. Исходя из анализа существующих в литературе данных возникает необходимость проведения исследований по изучению сорбционных процессов K^+ и Na^+ белками, а также влияния различных физико-химических факторов на эти процессы.

Целью настоящей работы является исследование *in vitro* конкурентного взаимодействия клеточных катионов K^+ и Na^+ , а также суррогатных Rb^+ и Cs^+ на отдельно взятых высокоочищенных белках – бычьим сывороточном альбумине (БСА) и гемоглобине, и взаимного влияния этих катионов на величину их связывания белками.

Материалы и методы

Эксперименты проводили в термостатируемых условиях при температуре $25 \pm 0,5$ °C на водных растворах белков бычьего сывороточного альбумина и гемоглобина (Sigma, USA, стерильные). Чистоту препаратов определяли на пламенном фотометре ПФА-378. Степень очистки белков составляла:

– для гемоглобина содержание натрия в белке составляло 3,2 мг/л, а содержание калия 0,1 мг/л;

– для БСА содержание натрия в белке составляло 0,9 мг/л, а содержание калия 0,1 мг/л.

В опытах использовались соли хлоридов ($NaCl$, KCl , $RbCl$, $CsCl$) с содержанием основного компонента более 99% (химически чистые). Растворы солей готовились на дистиллированной воде, в концентрациях 10^{-1} – 10^{-4} моль/л, методом разбавления маточного раствора.

Регистрацию концентраций исследуемых катионов K^+ и Na^+ в растворах проводили на преобразователе ионометрическом И-500 с электродной системой, включающей измерительный и вспомогательный электроды, предназначенные для измерения в водных растворах концентрации одно- и двухвалентных анионов и катионов. Предел допускаемого значения основной относительной погрешности измерения концентрации составил $\pm 2\%$.

Также для определения количества связанных катионов Rb^+ , Cs^+ и K^+ белками использовался рентгеновский спектрофлуориметр – спектроскан МАКС–GV. Методика пробоподготовки заключалась в следующем: к 20 мл раствора белка с концентрацией 0.5 г/л приливалось по



10 мл растворов солей щелочных металлов с концентрацией 0.25 моль/л. Затем эти 40 мл полученного раствора с концентрацией белка 0.25 г/л и концентрацией солей 0.0625 моль/л прокачивались через сорбционный фильтр ДЭ-ТАТА. После прокачивания рабочего раствора фильтр дважды тщательно промывался дистиллированной водой. Фильтр слегка подсушивали, затем проводили анализ содержания K^+ , Rb^+ и Cs^+ в осажденных на фильтрах белках. Результаты определения концентраций щелочных металлов обрабатывались по методу фундаментальных параметров (метод расчета химического состава образца без использования стандартных образцов и построения калибровочных кривых).

Измерения концентраций свободных катионов в водных растворах белков проводили потенциометрическим методом при постоянном перемешивании на стандартной лабораторной магнитной мешалке.

Для каждого из белков было проведено по две серии опытов. Обе серии состояли из двадцати растворов с одинаковой концентрацией исследуемых белков. В опыте, в котором определяли количество связанных катионов K^+ белками в присутствии ионов Na^+ при различной концентрации K^+ , суммарный объем измеряемого раствора составлял 40 мл. В обеих сериях брали по:

- 20 мл раствора белка с концентрацией 0.5 г/л;
- 10 мл раствора соли $NaCl$ с концентрацией 0.5 моль/л для первой серии и 0.05 моль/л для второй;

- 10 мл раствора соли KCl с концентрацией, зависящей от номера измеряемого раствора, и получаемой путём разведения маточного раствора с концентрацией 0.2 моль/л для обеих серий.

Значения концентраций связанных катионов калия и натрия белками определяли путём вычитания концентрации свободного катиона, измеренного с помощью ионоселективного электрода, из значения его исходной концентрации в измеряемом растворе.

1. Результаты исследований конкурентного взаимодействия K^+ в присутствии Na^+ при равных концентрациях их солей хлоридов в водных растворах белков

В настоящем исследовании приведены результаты экспериментов по сорбции одновалентных катионов K^+ , Na^+ , Rb^+ , Cs^+ наиболее изученными белками – альбумином и гемоглобином (табл. 1). В опытах использовались растворы белков с одинаковой концентрацией в них солей хлоридов щелочных металлов.

Таблица 1

Сорбция одновалентных катионов K^+ , Na^+ , Rb^+ , Cs^+ в водных растворах бычьего сывороточного альбумина и гемоглобина при одинаковых концентрациях в них солей KCl , $NaCl$, $RbCl$, $CsCl$ попарно

Составы солей в растворах белков	Катион	Концентрация сорбированных катионов белками, моль/л	
		БСА	Гемоглобин
$NaCl = KCl$	Na^+	$2.55 \cdot 10^{-2}$	$2.25 \cdot 10^{-2}$
	K^+	$3.18 \cdot 10^{-2}$	$2.91 \cdot 10^{-2}$
$KCl = RbCl$	K^+	$1.08 \cdot 10^{-2}$	$2.56 \cdot 10^{-2}$
	Rb^+	$2.07 \cdot 10^{-2}$	$4.60 \cdot 10^{-2}$
$RbCl = CsCl$	Rb^+	$2.33 \cdot 10^{-2}$	$2.58 \cdot 10^{-2}$
	Cs^+	$3.74 \cdot 10^{-2}$	$3.65 \cdot 10^{-2}$

Как видно из результатов проведенных исследований, представленных в табл. 1, концентрации связанных катионов белками располагаются согласно лиотропному ряду $Na^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+$ [23], где последовательность в сорбционном процессе ионов в этом ряду соответствует уменьшению энергии гидратации. В этом же порядке возрастает сродство катионов к сильнокислотным анионам [24], т.е. наблюдается предпочтительная сорбция элемента, имеющего больший порядковый номер. Причиной такой избирательности центров связывания белков к катионам K^+ в присутствии Na^+ , Rb^+ в присутствии K^+ , а также Cs^+ в присутствии Rb^+ являются либо величины гидратных радиусов элементов, либо их структура и атомная масса. Известно, что в ряду одновалентных катионов с ростом атомной массы элемента их гидратные радиусы уменьшаются (например, величина гидратированного иона Na^+ на 40 % больше, чем у K^+). Объяснение такой закономерности для одновалентных ионов имеется в литературе [25–27].

В работе [28] показано, что согласно явлению диэлектрического насыщения при электростатическом взаимодействии между кислородом остатка аминокислотной кислоты и свободным одновалентным катионом (K^+ или Na^+) лишь гидратированный ион K^+ , имеющий меньший радиус, может войти в область с большей напряжённостью электростатического поля заряда (3–4 Å), не только в силу закона Кулона, но и из-за меньшего значения диэлектрической постоянной среды и, в результате адсорбироваться, тогда как центр более крупного гидратированного иона Na^+ остаётся за пределом этой области (дальше 4 Å от атома кислорода [29]). Так, имеет место конкурентное взаимодействие за места связывания с анионными центрами



белка, и натрий для калия помехой быть не может. Использование суррогатных ионов Rb^+ и Cs^+ в эксперименте подтверждает такой механизм взаимодействия одновалентных катионов с исследуемыми белками. Представленные результаты эксперимента, проведенного на отдельно взятых высокоочищенных белках, полностью согласуются с проведенными ранее исследованиями на мышечных клетках [15], что подтверждает единый механизм взаимодействия одновалентных катионов с клеточными белками.

2. Результаты исследований конкурентного взаимодействия K^+ в присутствии Na^+ при различных концентрациях их солей хлоридов в водных растворах белков

В данном исследовании показано влияние на накопление исследуемыми белками ионов K^+ при различных их концентрациях в рас-

творе при фиксированных нагрузках Na^+ . На рис. 1 и 2 представлены зависимости количества сорбированного K^+ бычьим сывороточным альбумином и гемоглобином от концентрации этого катиона в растворе. Концентрацию K^+ варьировали в пределах от $2.5 \cdot 10^{-3}$ моль/л до 0.05 моль/л, в то время как концентрация Na^+ поддерживалась на постоянном уровне в зависимости от условий опыта – при максимальной (0.5 моль/л) и минимальной его концентрациях (0.05 моль/л).

Как видно из результатов, представленных на рис. 1 и 2, увеличение концентрации Na^+ в среде от 0.05 до 0.5 моль/л влияет на эффективность процесса сорбции K^+ для каждого исследованного белка. Наблюдаемые различия в значениях предельных концентраций аккумулированного K^+ альбумином и гемоглобином, очевидно, связано с количеством центров сорбции для этого катиона.

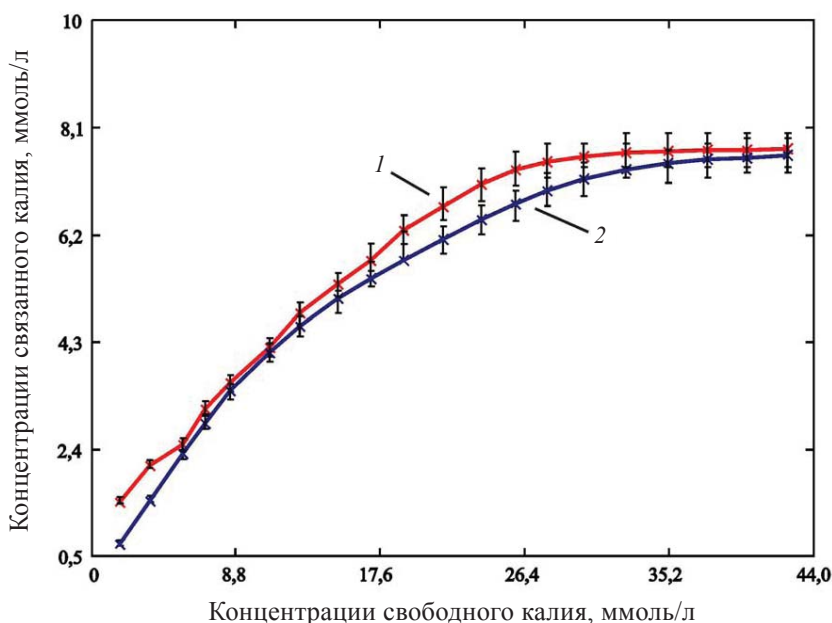


Рис. 1. Зависимость количества связанного K^+ с бычьим сывороточным альбумином от концентрации свободного K^+ в растворе: кривая 1 – при максимальной концентрации Na^+ (0.5 моль/л); кривая 2 – при минимальной концентрации Na^+ (0.05 моль/л)

К настоящему времени расшифрована первичная структура почти всех типов клеточных белков с указанием всех аминокислотных остатков в их структуре. Так, для альбумина общее число остатков аспарагиновой и глутаминовой аминокислот – рецепторов, связывающих эти катионы, составляет 99, и большинство полярных боковых групп аминокислотных остатков нахо-

дится на поверхности глобулы. У гемоглобина, имеющего более высокий уровень организации, тем не менее, общее число связывающих центров для этих катионов 54. Большее количество центров связывания на альбумине по сравнению с гемоглобином подтверждает то, что значение предельной концентрации связанного K^+ альбумином больше, чем гемоглобином.

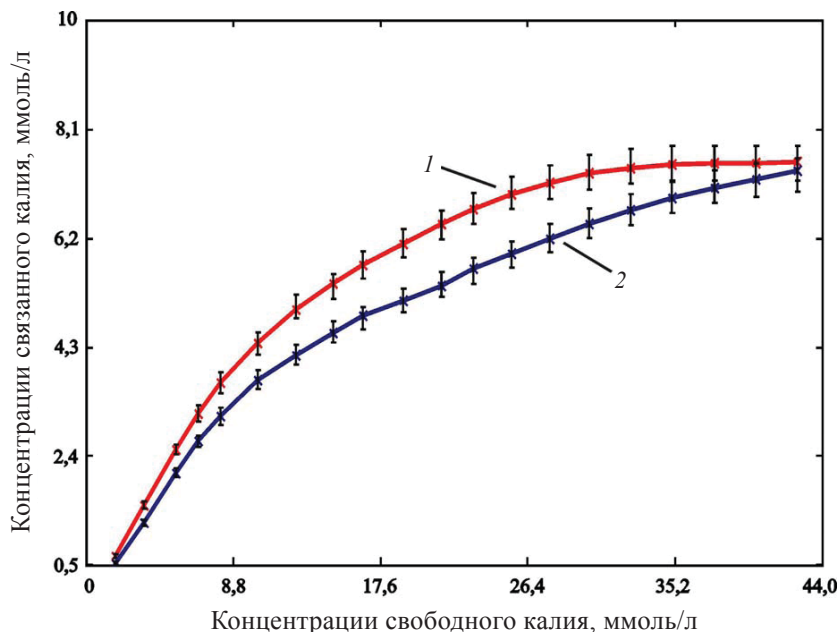


Рис. 2. Зависимость количества связанного K^+ с гемоглобином от концентрации свободного K^+ в растворе: кривая 1 – при максимальной концентрации Na^+ (0.5 моль/л); кривая 2 – при минимальной концентрации Na^+ (0.05 моль/л)

В табл. 2 приведены значения максимальных концентраций для сорбированного K^+ белками при максимальной (0.5 моль/л) и минимальной (0.05 моль/л) нагрузках Na^+ .

Таблица 2

Концентрации сорбированного K^+ бычьим сывороточным альбумином и гемоглобином при максимальной и минимальной концентрациях Na^+ в среде инкубации

Концентрация Na^+ в растворах белков, моль/л	Концентрация сорбированного белками K^+ , моль/л	
	БСА	Гемоглобин
0.5	$7.7 \cdot 10^{-3}$	$7.5 \cdot 10^{-3}$
0.05	$7.5 \cdot 10^{-3}$	$7.36 \cdot 10^{-3}$

На основании значений концентраций K^+ в белках, полученных из анализа рис. 1 и 2 и представленных в табл. 2, видно, что при большей концентрации в среде натрия сорбция калия исследуемыми белками происходит более эффективно, чем при минимальных его значениях. Подобный результат был показан в работе [30], где была получена зависимость содержания калия в портняжной мышце лягушки от его концентрации в среде инкубации при постоянной нагрузке натрия 100 ммоль/л.

Таким образом, полученные нами результаты исследований сорбции K^+ в присутствии Na^+ при различных концентрациях их солей хлоридов в модельных системах на примере белков бычьего сывороточного альбумина и гемоглобина

полностью подтверждаются аналогичными результатами, наблюдаемыми в исследованиях на мышцах, что свидетельствует в пользу единого механизма взаимодействия клеточных катионов.

Заключение

На основании результатов проведённых исследований можно сделать заключение о том, что при равной концентрации солей хлоридов $NaCl$, KCl , $RbCl$, $CsCl$ попарно в водных растворах бычьего сывороточного альбумина и гемоглобина наблюдалась предпочтительная сорбция исследуемыми белками элемента, имеющего больший порядковый номер: K^+ – в присутствии Na^+ , Rb^+ – в присутствии K^+ , а также Cs^+ – в присутствии Rb^+ . При исследовании сорбционных процессов клеточных катионов K^+ и Na^+ при различных концентрациях их солей в растворах отмечалось, что с ростом концентрации Na^+ в составе водных растворов белков количество сорбированного K^+ белками возрастает. Полученные результаты по сорбции отдельно взятыми высокоочищенными белками ионов калия в присутствии различной концентрации ионов натрия полностью соответствуют данным по связыванию одновалентных клеточных катионов в мышечных клетках.

Авторы выражают благодарность В. В. Матвееву (Институт цитологии РАН, Санкт-Петербург) за ценные замечания и предложения при написа-



нии настоящей работы, а также сотрудникам кафедры аналитической химии и химической экологии СГУ профессору, доктору хим. наук Р. К. Черновой и аспирантке А. И. Данчук за проверку чистоты препаратов белков, использованных нами в экспериментах.

Список литературы

1. Phillips L. A., Hotham-Iglewski B., Franklin R. M. Polyribosomes of *Escherichia coli*: I. Effects of monovalent cations on the distribution of polysomes, ribosomes and ribosomal subunits // J. Mol. Biol. 1969. Vol. 40, № 2. P. 279–288.
2. Reisner A. H., Bucholtz C. Studies on polyribosomes of *Paramecium* : I. Effect of Monovalent Ions // Exp. Cell. Res. 1972. Vol. 73, № 2. P. 441–455.
3. Kroeger H. Zellphysiologische Mechanismen bei der Regulation von Genaktivitäten in den Riesenchromosomen von *Chironomus thummi* // Chromosoma. 1964. Vol. 15, № 1. P. 36–70.
4. Lezzi M. Differential gene activation in isolated chromosomes // Intern. Rev. Cytol. 1970. Vol. 29, № 1. P. 127–168.
5. Lezzi M., Gilbert L. J. Differential effects of K⁺ and Na⁺ on specific bands of isolated polytene chromosomes of *Chironomus tentans* // J. Cell Sci. 1970. Vol. 6. P. 615–627.
6. Витухновская Л. А., Исмаилов А. Д. Влияние ионов Na⁺, K⁺ на люминесцентную активность интактных клеток *Vibrio harveyi* при различных pH // Микробиология. 2001. Т. 70, № 4. С. 525–530.
7. Бояндин А. Н., Попова Л. Ю. Зависимое от минеральных солей ингибирование свечения люминесцентного микроорганизма *Escherichia coli* Z905 // Биофизика. 2001. Т. 26, № 2. С. 251–255.
8. Дерябин Д. Г., Алешина Е. С., Каримов И. Ф. Влияние катионов K⁺, Na⁺, Mg²⁺, Ca²⁺ на активность бактериальных биолюминесцентных систем *in vitro* и *in vivo* // Вестн. ОГУ. Прил. Биоэлементология. 2006. № 12. С. 77–82.
9. Fujiwara-Nagata E., Kogure K., Kita-Tsukamoto K., Wada M., Eguchi M. Characteristics of Na⁺-dependent respiratory chain in *Vibrio anguillarum*, a fish pathogen, in comparison with other marine *Vibrios* // FEMS Microbiol. Ecology. 2003. Vol. 44, № 2. P. 225–230.
10. Szent-Györgyi A. Studies on muscle // J. Acta Physiol. Scandinavica. 1945. № 9. Suppl. 25. P. 115.
11. Lewis M. S., Saroff H. A. The Binding of Ions to the Muscle Proteins. Measurements on the Binding of Potassium and Sodium Ions to Myosin A, Myosin B and Actin // J. Amer. Chem. Soc. 1957. № 79. P. 2112–2117.
12. Szenkuti L., Giese W. Studies on the Binding Capacity of the Skeletal Muscle Constituents For Cesium-134 // J. Health Physics. 1974. № 26. P. 343–347.
13. Beatley E. H., Klotz I. M. Interaction of sodium and potassium ions with hemoglobin and with hemerythrin // J. Biol. Bull. 1951. № 101. P. 215.
14. Carr C. W. Studies on the binding of small ions in protein solutions with the use of membrane electrodes. VI. The binding of sodium and potassium ions in solutions of various proteins // J. Arch. Biochem. Biophys. 1956. № 62. P. 476–484.
15. Edelmann L. Potassium adsorption sites in frog muscle visualized by cesium and thallium under the transmission electron microscope // J. Physiol. Chem. Phys. 1977. № 9. P. 313–317.
16. Trombitás C., Tigy-Sebes A. X-ray microanalytical studies on native myofibrils and mitochondria isolated by microdissection from honey-bee flight muscle // Acta Biochimica et Biophysica; Academiae Scientiarum Hungaricae. 1979. № 14. P. 271–277.
17. Edelmann L., Fresenius Z. Selective Accumulation of Li⁺, Na⁺, K⁺, Rb⁺, and Cs⁺ at Protein Sites of Freeze-Dried Embedded Muscle Detected by LAMMA // J. Anal. Chem. 1981. № 308. P. 218–220.
18. Zglinicki T. von. Monovalent Ions are Spatially Bound within the Sarcomere // J. Gen. Physiol. Biophys. 1988. № 7. P. 495–504.
19. Ling G. N. A revolution in the Physiology of the Living Cell. Malabar : Fl. Krieger Publ. Co., 1992. 404 p.
20. Ling G. N., Ochsenfeld M. M. Studies on ion accumulation in muscle cells // J. Gen. Physiol. 1966. Vol. 49, № 4. P. 819–843.
21. Eisenman G. Glass Electrodes for Hydrogen and Other Cations: Principles and Practices. N.Y. : Marcel Dekker, 1967. 344 p.
22. Ling G. N. A new model for the living cell : a summary of the theory and recent experimental evidence in its support // J. Intern. Rev. Cytology. 1969. № 26. P. 1–61.
23. Гордон Дж. Органическая химия растворов электролитов. М. : Мир, 1979. 712 с.
24. Мархол М. Ионообменники в аналитической химии. Свойства и применение в неорганической химии : в 2 ч. Ч. 1. М. : Мир, 1985. 264 с.
25. Ling G. N. A Physical Theory of the Living State : The Association-Induction Hypothesis. Waltham, Massachusetts: Blaisdell Publ. Co., 1962. 680 p.
26. Балданов М. М., Балданова Д. М., Жигжитова С. Б., Танганов Б. Б. К проблеме радиусов гидратированных ионов // ДАН ВШ России. 2006. № 2. С. 32–34.
27. Широбоков И. Б., Вельма Н. А. Моделирование строения гидратных оболочек ионов щелочных металлов и галогенид-ионов статистическими методами // Вестн. Удмурт. ун-та. Сер. Физика. Химия. 2008. Вып. 2. С. 37–57.
28. Debye P., Pauling L. The inter-ionic attraction theory of ionized solutes. IV. The influence of variation of dielectric constant on the limiting law for small concentrations // J. Amer. Chem. Soc. 1925. № 47. P. 2129–2134.
29. Ling G. N. Quantitative relationships between the concentration of proteins and the concentration of K⁺ and Na⁺ in red cell ghosts // Phosphorus Metabolism. Vol. II / eds. W. D. McElroy, B. Glass. Baltimore : The Johns Hopkins Univ. Press., 1952. P. 748–795.
30. Ling G. N. All-or-none adsorption by living cells and model protein-water systems: discussion of the problem of «permease-induction» and determination of secondary and tertiary structures of proteins // Fed. Proc. 1966. Vol. 25, № 3. P. 958–970.



БИОЛОГИЯ

УДК 58.006:502.75:502.74

ЗНАЧЕНИЕ КРАСНОЙ КНИГИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ЕЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ

Д. С. Соколов¹, Г. В. Шляхтин²

¹Министерство природных ресурсов и экологии Саратовской области
E-mail: ecosot@saratov.gov.ru

²Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: biofac@sgu.ru

Показано значение Красной книги для сохранения биологического разнообразия редких и исчезающих видов Саратовской области. Отмечается, что в настоящее время 578 видов растений, грибов и животных находятся в критическом состоянии.

Ключевые слова: редкие и охраняемые виды, критерии, статус, Красная книга, Саратовская область.

Importance of the Saratov Region Red Book for the Preservation of Biological Diversity

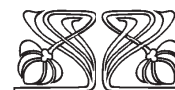
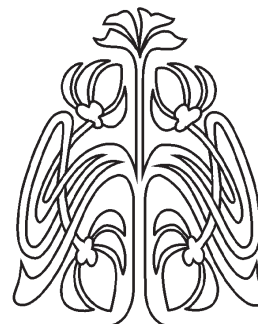
D. S. Sokolov, G. V. Shlyakhtin

The article discusses the importance of the Red Book for the preservation of biological diversity of rare and endangered species in the Saratov region. It is noted that at the present time 578 species of plants, fungi and animals are critically endangered.

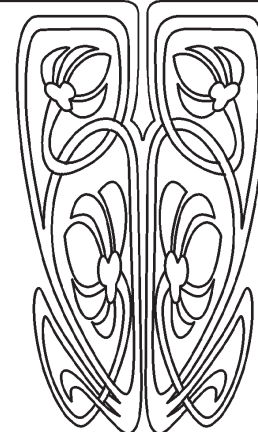
Key words: rare and protected species, criteria, status, Red Book, Saratov region.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-285-288

Согласно п. 5 Постановления Правительства Российской Федерации от 19.02.1996 г. № 158 «О Красной книге Российской Федерации» ее издание осуществляется не реже одного раза в 10 лет. Основываясь на этом постановлении, третье издание Красной книги в соответствии с п. 1 ст. 4 Закона Саратовской области от 30.07.2008 г. № 218-ЗСО «О Красной книге Саратовской области» должно быть осуществлено в 2016 г. Предыдущие издания Красной книги Саратовской области [1, 2] выходили в точном соответствии с требованиями законодательства. Регламент подготовки Красных книг требует предварительной публикации списков редких и исчезающих видов для обсуждения их научной общественностью и жителями региона. В соответствии с данным регламентом в настоящем выпуске «Известий Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология» публикуются «кандидаты» видов растений, грибов и животных для включения их в 3-е издание региональной Красной книги. Предварительно списки видов прошли обсуждение на совещаниях авторских коллективов по отдельным таксономическим группам: цветковым растениям, водорослям, мохообразным, папоротникообразным, голосеменным растениям, лишайникам, грибам, водным и наземным беспозвоночным, круглоротым, рыбам, амфибиям, рептилиям,



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





птицам и млекопитающим. Публикуемые списки основаны на информационно-аналитическом обзоре научных публикаций с начала прошлого века по настоящее время, данных научных экспедиций последнего десятилетия, личных материалах научных сотрудников, коллекционных фондах краеведческих музеев области и сопредельных поволжских регионов, Зоологического музея РАН и МГУ, отчетах районных охотоведов, данных сотрудников ООПТ, летописи природы Национального парка «Хвалынский», сведениях любителей природы и краеведов.

В современных условиях происходит самое значительное за последние 65 млн лет исчезновение видов растений и животных, наблюдается деградация многих важных для человечества экосистем [3]. Теоретически рассчитанная скорость исчезновения видов может составлять 4 вида в год [4]. Однако сегодня эта скорость превышает естественный ход эволюции в среднем в 5000 раз [3]. Если средняя продолжительность существования вида составляет около 4 млн лет, то половина наземных видов, а их, по оценкам разных специалистов, в настоящее время на земле существует около 10 млн, может исчезнуть через ближайшие 50 лет [5].

В настоящее время на фоне глобального естественного изменения климата и различных природных катаклизмов (извержений вулканов, наводнений, землетрясений, засух и т.п.) усиливается негативное воздействие многочисленных антропогенных факторов (пожаров, аварий на техногенных объектах, железнодорожных и морских путях, атомных электростанциях, масштабных взрывов горюче-смазочных материалов, выбросов новых высокотоксичных примесей и неочищенных сточных вод промышленных предприятий, террористических диверсий и т.п.) на биоразнообразие природных экосистем. По данным ЮНЕСКО, за минувшие 400 лет вымерло 130 видов млекопитающих и птиц, из которых 76 исчезли после Первой мировой войны, а 550 видов находятся на грани истребления. До 1800 г. исчезло 33 вида млекопитающих и 30 видов птиц, с 1801 по 1850 г. – 2 и 20 видов, с 1851 по 1900 г. – 31 и 50, с 1901 по 1950 г. – 40 и 150, с 1951 по 2000 г. – 55 и 110 видов соответственно.

Негативные тенденции потери биологического разнообразия общеизвестны [3] и продолжают существовать, а в ряде случаев даже прогрессировать [5]. Для экосистем Саратовской области эти последствия отражены во многих публикациях [6–12]. Установлено, что на территории севера Нижнего Поволжья, включая Саратовскую область, в XX в. потеряно около

двух десятков видов растений. Число потерянных видов насекомых установить сложно, поскольку очень мало сведений о динамике их видового состава в прошедшем столетии, но достоверно известно, что исчезли толстун многобугорчатый (*Bradyporus multituberculatus*), бражник «мертвая голова» (*Acherontia atropos*), ктырь гигантский (*Satanas gigas*). Из позвоночных животных за последние 25–50 лет было утрачено 5 видов рыб (севрюга, каспийская кумжа, каспийская шемая, кутум, каспийский усач), 1 вид рептилий (каспийский полоз) и 13 видов птиц.

В 1970-е гг. прошлого столетия в международном сообществе сформировалась «Концепция устойчивого развития» [13] как реакция человечества на деградацию природных ресурсов, загрязнение окружающей среды и сокращение биоразнообразия, которые снижают способность природных экосистем к динамическому самовосстановлению. Концепция предполагает, что устойчивое развитие невозможно без ограничения нерационального использования природных ресурсов. Согласно этой концепции объекты природных экосистем могут быть полезными не только для человека, но и для развития и функционирования самих экосистем. Одним из способов практических мероприятий по сохранению биоразнообразия, особенно редких и исчезающих видов, является публикация Красных книг и Красных списков. Главная цель их издания – привлечение внимания широкого круга различных слоев населения планеты к этой актуальной проблеме.

Публикация первой Красной книги была осуществлена Международным союзом охраны природы (МСОП) в 1963 г. Она явилась реакцией международной экологической общественности на ускоряющийся процесс сокращения численности отдельных видов и даже их утраты. С 1970-х гг. стали создаваться Красные книги отдельных стран и регионов. Были изданы Красные книги СССР (1978, 1984), Российской Федерации (1985, 1988, 2001, 2008), многих республик и областей Российской Федерации. В Поволжском федеральном округе были изданы Красные книги Башкортостана (2007), Татарстана (1995, 2006), Марий Эл (1997), Удмуртии (2001, 2012), Чувашии (2001, 2010), Мордовии (2003, 2005); Кировской (2001, 2014), Нижегородской (2015), Оренбургской (1998), Пензенской (2002, 2005), Самарской (2007, 2009), Саратовской (1996, 2006), Ульяновской (2004, 2008) областей и Пермского края (2008).

Необходимость 3-го издания Красной книги Саратовской области связана с тем, что за по-



следнее десятилетие произошли определенные изменения в экосистемах Саратовской области, которые отразились на ее биоразнообразии. Долговременные мониторинговые наблюдения за функционированием различных природных комплексов показали, что происходит ухудшение состояния окружающей среды, которое неблагоприятно воздействует на растительный и животный мир региона. Множественные антропогенные факторы, такие как разрушение местообитаний в результате техногенно-промышленного и сельскохозяйственного производств, коммерческая деятельность физических и юридических лиц, нацеленная на получение прибыли, резкое падение уровня использования научных современных агротехнических методов и способов возделывания сельскохозяйственных полевых культур и научно обоснованного ведения животноводства, негативно ярко проявились и продолжают оказывать существенное воздействие на природный генофонд региональных экосистем.

Факторы антропогенного воздействия на природные экосистемы региона изменяют условия существования живых организмов и обуславливают дестабилизацию популяций отдельных видов. Активная деятельность человека истощила биологические ресурсы многих экосистем, пошатнула их природное равновесие. Численность некоторых представителей фауны и флоры снижается, сокращается их ареал, в результате чего они оказываются под угрозой исчезновения и должны быть включены в третье издание Красной книги. По мнению специалистов, в настоящее время в критическом состоянии в области находится 578 видов, из них 277 – цветковых растений, 1 – водорослей, 15 – мохообразных, 13 – папоротникообразных, 1 – голосеменных, 6 – лишайников, 19 – грибов, 19 – водных беспозвоночных, 111 – наземных беспозвоночных, 2 – круглоротых, 16 – костных рыб, 1 – амфибий, 6 – рептилий, 65 – птиц, 26 – млекопитающих (см. статьи в настоящем выпуске). В то же время отрадно отметить, что небольшое число видов восстановили численность и пределы своего распространения. Появилась возможность исключения их из перечня краснокнижных видов или изменения их природоохранного статуса.

Красная книга является отражением уровня развития ботанических и зоологических исследований региона. Публикации Красных книг объективно показывают степень изученности биологического разнообразия территории региона, уровень квалификации специалистов, особенно в трудных таксономических группах, глубину изученности биологии и экологии растений и

животных, объективность сведений о динамике численности и ее флуктуациях, причинах сокращения численности и ареала.

Красная книга – это сигнал тревоги, призывающий принять особые меры охраны занесенных в неё видов. Красная книга Саратовской области является справочником видов растений и животных, нуждающихся в особой охране, и официальным нормативно-правовым документом, положения которого обязательны для выполнения юридическими и физическими лицами. Красная книга играет важную роль при проведении государственной и общественной экологических экспертиз различных функционирующих, проектируемых и строящихся предприятий всех уровней. Особое значение Красная книга имеет в широкой пропаганде экологических знаний и бережного отношения к природе родного края среди учащейся молодежи и населения нашей области. Красная книга – важнейший документ охраны животных и растений, требующий постоянных уточнений, добавлений, изменений.

Хочется надеяться, что публикации списков редких и исчезающих видов растений, грибов и животных – «кандидатов» для включения в Красную книгу – не оставят равнодушными научную общественность и жителей области. Редакционная коллегия 3-го издания Красной книги (КК) Саратовской области будет благодарна всем, кто выскажет свои замечания по спискам, внесёт предложения по включению новых видов и исключению видов 2-го издания Красной книги, по изменению статуса того или иного вида, предоставит сведения о новых точках нахождения редких и исчезающих видов, повреждениях мест их обитания.

Замечания и предложения следует направлять по адресу: 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, научному редактору Красной книги Г. В. Шляхтину или на электронный адрес: biofac@sgu.ru.

Третье издание региональной Красной книги будет посвящено 80-летию Саратовской области.

Список литературы

1. Красная книга Саратовской области : Растения, грибы, лишайники. Животные. Саратов : Изд-во «Детская книга», 1996. 264 с.
2. Красная книга Саратовской области : Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов : Изд-во Торг. пром. палаты Саратов. обл., 2006. 528 с.
3. Соколов В. Е., Шатуновский М. И. Можно ли сохранить биоразнообразие? // Вестн. РАН. 1996. № 1. С. 422–424.
4. Рейвен П. Почему это так важно... // Наша планета. 1991. № 11. С. 76–83.



5. Розенберг Г. С., Рянский Ф. Н. Теоретическая и прикладная экология : учеб. пособие. 2-е изд. Нижневартовск : Изд-во Нижневарт. пед. ин-та, 2004. 294 с.
6. Шляхтин Г. В. Введение // Красная книга Саратовской области : Растения, грибы, лишайники. Животные. Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов Саратов. обл. Саратов : Регион. Приволж. изд-во «Детская литература», 1996. С. 168–169.
7. Шляхтин Г. В. Введение // Красная книга Саратовской области : Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов : Изд-во Торгово-промышл. палаты Саратов. обл., 2006. С. 5–10.
8. Шляхтин Г. В., Захаров В. М., Аникин В. В., Беляченко А. В., Березуцкий М. А., Волков Ю. В., Дмитриев С. В., Завьялов Е. В., Кириллова И. М., Костецкий О. В., Кузнецов В. А., Макаров В. З., Мосолова Е. Ю., Табачишин В. Г., Чумаченко А. Н., Филипьев А. О., Хучраев С. О., Якушев Н. Н. Биоразнообразие и охрана природы в Саратовской области : эколого-просветительская серия для населения : в 4 кн. Кн. 2. Особо охраняемые природные территории – как рефугиумы для сохранения биологического разнообразия. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2010. 156 с.
9. Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Ермохин М. В. История и основные направления изучения герпетофауны севера Нижнего Поволжья (к 105-летию кафедры морфологии и экологии животных Саратовского государственного университета) // Современная герпетология. 2014. Т. 14, № 3-4. С. 137 – 146.
10. Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Кайбелева Э. И., Мосолова Е. Ю., Ермохин М. В. Современное состояние батрахологической коллекции Зоологического музея Саратовского университета // Современная герпетология. 2015. Т. 15, № 3–4. С. 153–159.
11. 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. VIII. Динамика распространения птиц под воздействием антропогенных факторов // Поволж. экол. журн. 2004. № 2. С. 144–172.
12. Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Хрустов А. В., Завьялов Е. В. Экологическая сегрегация дрофиных птиц в условиях севера Нижнего Поволжья : эволюционные и адаптивные аспекты // Экология. 2004. № 4. С. 284–291.
13. Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию. 2–4 июня, 1992. UPL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl.shtml (дата обращения: 05.05.2016).

УДК [581.9+591.9](470.44)

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОДГОТОВКИ ТРЕТЬЕГО ИЗДАНИЯ КРАСНОЙ КНИГИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. В. Шляхтин, М. В. Ермохин

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: biofac@sgu.ru

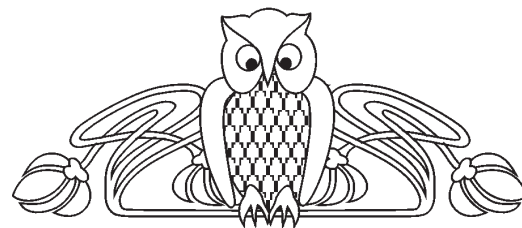
Показана процедура формирования списка редких и исчезающих видов растений, грибов и животных Саратовской области для занесения их в третье издание региональной Красной книги. Предложены категории охраны редких видов и сформулированы методические рекомендации по научно обоснованному определению их природоохранного статуса. Приведена структура видовых очерков и содержание их иллюстративного материала.

Ключевые слова: редкие и охраняемые виды, критерии, статус, Красная книга, Саратовская область.

Methodical Bases Preparation of the Third Edition Red Book of the Saratov Region

G. V. Shlyakhtin, M. V. Yermokhin

Procedure of formation of the list of rare and endangered species of plants, mushrooms and animals of the Saratov region for their entering in the third edition of the regional Red Book are shown. Categories of protection of rare species are offered and methodical recommendations



about science-based definition of their nature protection status are stated. The structure of specific outlines and content of their illustrative material are given.

Key words: rare and endangered species, criteria, status, Red Book, Saratov Region.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-288-295

Работа над Красной книгой любого уровня в современных условиях, если мы хотим ее эффективного действия, должна быть постоянной. Красная книга – это издание перманентного действия, поскольку условия обитания живых организмов исторически постоянно меняются под действием природных и множественных антропогенных факторов, которые становятся доминирующими. В результате совместного действия этих факторов в критическом, а нередко даже в катастрофическом положении оказываются все новые и новые виды или их популяции.

Издание и ведение Красных книг – важный шаг в деле защиты редких и находящихся под



угрозой исчезновения растений и животных. Красная книга необходима для организации исследований, принятия и осуществления особых управленческих мер по охране, восстановлению и научно обоснованному природопользованию биологическими ресурсами. Динамика флоры и фауны на территории Саратовской области относительно хорошо прослежена и частично документирована на протяжении почти полутора веков. Имеются обширные коллекционные материалы в Саратовском областном краеведческом музее и краеведческих музеях области (Хвалынском, Вольском), Зоологическом музее и Гербарии СГУ, Зоологическом музее РАН в Санкт-Петербурге, Зоологическом музее МГУ, региональных краеведческих музеях Поволжья – Астрахани, Самары, Волгограда и др., в зоологических коллекциях и гербариях университетов Поволжья, в прошлых и современных научных публикациях начиная с экспедиций П. С. Палласа (1773, 1788, 1809) и И. И. Лепехина (1769, 1821), личных архивах ученых Саратова, Москвы, Санкт-Петербурга и других городов, которые свидетельствуют о тех временах, когда многие виды растений и животных произрастали и обитали на просторах Саратовской губернии с конца XIX века.

Сопоставление флористических и фаунистических данных с современным состоянием природных комплексов Саратовской области дает возможность проследить, как менялась ее природа и биоразнообразие при урбанизации территории, антропогенной трансформации природных комплексов и, к сожалению, выявить виды, у которых возникли устойчивые тенденции к сокращению численности локальных популяций и деградации ареалов.

В настоящее время Саратовская область относится к регионам с относительно неблагоприятным состоянием окружающей среды. Объективными свидетельствами и основными составляющими процесса деградации среды следует считать брошенные поля, заросшие сорной растительностью, деградацию почв, вызванную неэффективной мелиорацией, последствия чрезмерного внесения удобрений, применение гербицидов и пестицидов, сброс недостаточно очищенных сточных вод промышленными и сельскохозяйственными производствами, утечку горюче-смазочных материалов и т.д. Для области характерна высокая степень хозяйственного освоения территории (особенно в Правобережье), большой трансграничный перенос загрязняющих веществ и т.п. Эти факторы продолжают оказывать значительное воздействие на растительный

и животный мир области, что ведет к сокращению биологического разнообразия и оказывает негативное влияние на состояние популяций редких видов [1, 2].

Второй комплекс факторов, оказывающих существенное воздействие на состояние и перспективы популяций редких и исчезающих видов организмов, – глобальное изменение климата. В Саратовской области к проявлениям трансформации климата следует отнести прогрессирующую аридизацию и значительные фенологические сдвиги.

Усиление аридизации прежде всего ведет к изменению гидрологических особенностей водных экосистем [3]. Уменьшение водности проявляется в значительной трансформации температурного режима водоемов, в сокращении гидропериода (и частоты встречаемости временных водоемов, с которыми связан большой комплекс редких и исчезающих видов растений, ракообразных [4–8] и птиц). Этот фактор приводит также к трансформации состояния наземной флоры и растительности, смещению границ природных зон к северу.

Фенологические сдвиги определяют изменение сроков и условий размножения многих видов животных [9–12], семенную продуктивность и эффективность вегетативного размножения растений. Подобные изменения могут приводить к снижению репродуктивного потенциала популяций редких и исчезающих видов и в результате к их деградации.

Проблема сохранения разнообразия живых организмов Земли была четко поставлена в середине XX в. (1948 г.) Международным союзом охраны природы и природных ресурсов (МСОП), под эгидой которого стали составляться международные списки исчезающих видов, нуждающихся в охране со стороны человека. С 1966 г. эти списки получают название «Красная книга фактов», которые регулярно стали дополняться и уточняться. После заключения в 1973 г. специальной международной конвенции по охране растений и животных, включенных в Красную книгу, стали создаваться аналогичные книги для отдельных стран и регионов. В 1978 г. была издана Красная книга СССР, в 1985 г. – первый том Красной книги РСФСР, посвященный животным, в 1988 г. – второй том, посвященный растениям [13–15].

К настоящему времени изданы Красные книги многих республик и областей Российской Федерации. Первое издание Красной книги Саратовской области было осуществлено в 1996 г. [16]. В него было включено 404 редких и нуж-



дающихся в охране видов растений и животных. Второе издание публикуется в 2006 г. [17]. В нем приведены категории и статус охраны, описания внешнего вида, сведения о распространении и местообитаниях, лимитирующих факторах, принятых и необходимых мерах охраны 541 вида. Выход 3-го издания Красной книги Саратовской области планируется для опубликования в 2016 г. Впервые в России появится 3-е издание региональной Красной книги. Подобные издания субъектов Российской Федерации согласно п. 5 Постановления Правительства Российской Федерации от 19.02.1996 г. № 158 «О Красной книге Российской Федерации» их публикация должна осуществляться не реже одного раза в 10 лет. Предыдущие Красные книги Саратовской области, в единственном регионе России, выходили в точном соответствии с требованиями этого закона. Необходимость ее переиздания объективно определяется тем, что в последнее десятилетие произошли определенные и весьма существенные изменения в экосистемах Саратовской области, которые отразились на их биоразнообразии.

В рамках подготовки очередного издания Красной книги области с 2007 г. учеными Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского с привлечением сотрудников других учебных и научных организаций области проводились работы по инвентаризации флоры и фауны Саратовской области, выявлялись новые места произрастания и обитания редких видов, осуществляется поиск новых видов, нуждающихся в специальных мерах охраны, уточнялся или изменялся природоохранный статус тех или иных видов, обосновывалась целесообразность включения новых редких видов и исключения видов, чье благополучие за истекшие 10 лет улучшилось. С этой целью сотрудники биологического факультета СГУ, без финансовой поддержки со стороны каких-либо природоохранных организаций, ежегодно проводили краткосрочные и долговременные инициативные экспедиционные исследования в различных экосистемах районов области [18–26].

Региональные Красные книги в нашей стране – практически единственный действующий на региональном уровне способ сохранения биологического разнообразия, включая редкие и исчезающие виды растений и животных. Министерством природных ресурсов и экологии Саратовской области создана Межведомственная комиссия по Красной книге редких и исчезающих видов растений и животных области. В неё вошли

видные ученые – специалисты по флоре и фауне Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, Института проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова РАН, представители общественных организаций – Союза охраны птиц России, Мензбирова орнитологического общества при РАН, Русского ботанического общества, руководители и сотрудники федеральных и региональных организаций, ответственных за охрану окружающей среды, представители контролирующих организаций (охотничьего, рыбного и лесного хозяйства), законодательной и исполнительной власти.

Межведомственной комиссией были определены научные руководители соответствующих разделов книги, к которым поступали первичные предложения по корректировке (исключению и изменению статуса охраны того или иного вида) и дополнению списков книги 2006 г. На данном этапе работы в процессе неоднократных собраний авторов очерков, дискуссий и консультаций со всеми заинтересованными лицами были сформированы предложения по каждой группе грибов, лишайников, растений и животных. Эти списки были переданы в межведомственную комиссию. На нескольких ее заседаниях были внесены объективные изменения в перечень и природоохранный статус кандидатов на включение в Красную книгу области. Межведомственной комиссией был установлен порядок представления и рассмотрения сведений о редких и исчезающих видах растений и животных и их описания. Комиссия рассматривает предложения и обоснования материалов по занесению или исключению из нее видов растений и животных, а также осуществляет сбор, хранение и анализ информации (банк данных) по редким и исчезающим видам. Окончательное решение о придании тем или иным видам растений и животных охранного статуса и занесении их в Красную книгу принимается министерством природных ресурсов и экологии Саратовской области, а затем утверждается правительством области. Таким образом, только на основании нормативно-правовых документов редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды могут быть включены в 3-е издание Красной книги Саратовской области.

При включении видов в 3-е издание региональной Красной книги редакционная коллегия тщательно подходила к их отбору, так как в предыдущих изданиях в неё попали виды, которые реально не требуют охраны, или виды, охрана которых невозможна. Более осторожно мы подходили и к видам, которые давно отсутствуют в регионе или известны по публикациям некомпетентных



тентных авторов (например, каспийский полоз, мандаринка, султанка, реликтовая чайка и др.). Для ряда видов будет отмечен временной период, после которого вид не был зарегистрирован и не обнаруживал себя (например, обыкновенный фламинго).

Во 2-м издании Красной книги был применен модернизированный природоохранный статус видов животных. Опыт показывает, что этого не следовало делать, так как «оригинальные шкалы» препятствуют тому, чтобы сопоставлять природоохранный статус вида в регионе с его положением на прилежащих территориях. Этого требуют «Методические рекомендации по ведению Красной книги субъекта Российской Федерации» (введены в действие инструктивным письмом МПР РФ от 27.07.2006 г. № 02-12-53/5987), согласно которым необходимо сопоставлять природоохранный статус вида в регионе с его положением на смежных территориях.

В связи с этим в 3-м издании Красной книги в разделе «Животные» целесообразно использовать шкалу природоохранного статуса животных, принятую в Красной книге РФ (1983), а категория охраны будет дана в более развернутом виде. В отношении сохранения видов грибов, лишайников и растений в 3-м издании, в соответствии с Красной книгой РФСР (1988) будет использоваться следующий статус.

Для редких видов растений и грибов будет применена следующая система категорий: 0 – вероятно исчезнувшие; 1 – виды, находящиеся под угрозой исчезновения; 2 – сокращающиеся в численности; 3 – редкие виды; 4 – неопределенные по статусу; 5 – восстанавливаемые и восстанавливающиеся в соответствии с Красной книгой РФ (2008).

Относительно видов животных будут использоваться следующие категории охраны:

0 – вероятно исчезнувшие, известные ранее с территории (акватории) Саратовской области, занесенные в Красную книгу Российской Федерации (2001), чье размножение на территории области не зарегистрировано, а сведения о единичных встречах которых в период миграций или залетов имеют 25–50-летнюю давность;

1 – очень редкие, исчезающие: виды с крайне низкой общей численностью и дестабилизированной пространственно-временной структурой ареала, находящиеся под угрозой исчезновения;

2 – редкие, деградирующие: виды с субоптимальной, снижающейся численностью и сокращающимся ареалом, уязвимые по отношению к факторам антропогенного или биогеоэкологического характера;

3 – малочисленные, угнетенные: виды с относительно стабильным ареалом, численность которых стабильна, медленно снижается либо возрастает;

4 – очень редкие, редкие, малочисленные, слабоизученные виды, динамика которых не известна;

5 – восстанавливающиеся: виды, состояние которых благодаря принятым мерам охраны либо из-за естественных популяционных трендов не вызывают опасений, но которые не подлежат промышленному использованию и за их популяциями необходим постоянный контроль.

Красная книга – это результат усилий большой группы ученых г. Саратова и области. В состав редакционной коллегии вошли крупные специалисты по отдельным группам растений и животных, они же вели научное редактирование отдельных разделов книги, непосредственно участвовали в написании видовых очерков. Ответственным и достаточно сложным этапом работы стало составление списка растений и животных для внесения в 3-е издание региональной Красной книги. Реализация данного этапа осложнялась недостаточностью объективных данных о численности и распространении того или иного вида, отсутствием или ограниченностью сведений в специальной литературе. При этом недостаток информации характерен для всего таксономического спектра организмов: от высших групп растений и животных к низшим. Например, если о птицах [27–30] и млекопитающих мы имеем в целом достаточную информацию [31, 32], то относительно сведений о беспозвоночных, особенно насекомых, гораздо меньшую. Особо следует отметить необходимость проверки правильности определения видов в гербарных сборах и в коллекциях насекомых.

В список видов растений и животных Саратовской области войдут редкие, нуждающиеся в особых мерах охраны и исчезающие виды, узкие эндемики региона (если они есть); редкие и спорадически встречающиеся на территории области виды, судьба которых на территории Саратовской области вызывает опасения; виды, включенные в Красные книги МСОП и Российской Федерации; виды, которые используются в хозяйственной деятельности и численность которых убывает быстрыми темпами; внешне эффектные виды, являющиеся объектами любительского содержания в неволе и разведения в культуре, коллекционирования и представляющие коммерческий интерес. Данные списки основаны на информационно-аналитическом обзоре научных публикаций, данных научных



экспедиций, личных материалов научных сотрудников, коллекционных фондов музеев области, России и сопредельных стран, научных отчетов районных охотоведов, данных сотрудников заказников, летописи природы Национального парка «Хвалынский», сведений любителей природы и краеведов.

Объем и полнота информации в отдельных очерках будет зависеть от степени изученности вида (подвида), его значимости, уязвимости, особенностей биологии и распространения, сведений в научных публикациях. Задачу составления списка и текста видовых очерков в 3-е издание в значительной мере облегчил накопленный опыт подготовки предыдущих изданий региональной Красной книги [16, 17].

На межведомственной комиссии по ведению Красной книги области была утверждена структура видовых очерков, которая несколько отличается в отношении растений и животных. Для растений принята следующая структура видовых очерков:

- Отдел
- Семейство
- Русское и латинское название вида*
- Категория и статус
- Описание
- Распространение и местообитание
- Лимитирующие факторы
- Принятые и необходимые меры охраны
- Источники информации
- Авторы-составители

Видовые очерки по животным будут включать:

- Отряд
- Семейство
- Русское и латинское название*
- Категория и статус
- Описание
- Распространение
- Места обитания и образ жизни
- Численность и лимитирующие факторы
- Принятые и необходимые меры охраны
- Источники информации
- Авторы-составители

Иллюстративный аппарат книги будет учитывать ее научно-популярный характер и интересы обширной и разнообразной читательской аудитории. Каждый видовой очерк 3-го издания Красной книги будет включать цветное изображение (рисунок) редкого или исчезающего вида,

* Для видов (в основном беспозвоночных животных), не имеющих традиционных русских названий, в книге приводятся русские переводы, транслитерации латинских научных названий или их сочетание.

которое позволит получить соответствующую информацию о внешнем облике растений и животных, а для некоторых видов об особенностях полового диморфизма и онтогенеза. Кроме рисунков в видовых очерках будут помещены фотографии, иллюстрирующие биологические особенности животных и растений.

Информация по распространению редких и исчезающих видов будет представлена в виде картосхем, построенных на основе системы UTM. В отличие от картосхем, приведенных во 2-м издании Красной книги, в 3-м – на картосхемах будет дана дополнительная информация о численности вида в виде символов, показывающих низкую, среднюю и высокую численность. Для обеспечения безопасности и сохранения популяций редкого вида на картосхемах сознательно не будут приводиться точные его местонахождения, но будут показаны укрупненные квадраты (районы) обнаружения. Поэтому опубликованные картысхемы не дадут возможности определить точные координаты местонахождения редких видов, но позволят понять общий характер и тенденции их распространения на территории области (точные географические координаты по GPS хранятся в Гербарии и Зоологическом музее СГУ). Картосхемы ареалов указывают на местонахождение популяций определенных видов в пределах области и в меньшей степени (учитывая региональный характер исходных данных) на конфигурацию и площадь ареалов.

В 3-м издании Красной книги Саратовской области, кроме основного раздела, содержащего в систематическом порядке очерки о состоянии видов растений и животных, будут помещены три ПРИЛОЖЕНИЯ, которые, в отличие от основного раздела, не имеют статуса правовых документов. Их главная цель – информирование специалистов, общественности и населения о современном состоянии перечисленных в них видах. Ведение региональной Красной книги предполагает корректировку не только основного списка редких и угрожаемых таксонов и популяций, но и видового перечня таких приложений.

Приложением 1 будет «Аннотированный перечень таксонов и популяций, исключенных из региональной Красной книги» 2006 г. В него войдут виды, о которых есть данные о восстановлении численности и/или ареала. Будут также отражены сведения о положительных изменениях параметров их популяций и другие данные, свидетельствующие в настоящее время об отсутствии необходимости принятия срочных мер по их охране и воспроизводству.



Приложение 2 – «Аннотированный перечень таксонов и популяций, исчезнувших на территории Саратовской области». В данный раздел будут включены виды, существование которых известно на территории области в период с середины XVIII в. до последних 50 лет. Кроме того, из флористических и фаунистических списков региона будут выведены виды, чье пребывание на нашей территории, очевидно, носит случайный характер, а встречи не имеют документального подтверждения.

Приложение 3 – «Аннотированный перечень таксонов и популяций животных, нуждающихся в особом внимании к их сохранению в природной среде». В это приложение войдут таксоны и популяции, сведения о численности и состоянии ареалов которых, а также условия их существования свидетельствуют о том, что в настоящее время еще отсутствует необходимость принятия срочных мер по их охране и воспроизводству, т.е. включения в 3-е издание Красной книги Саратовской области. В данный перечень рекомендуется также включить виды, внесенные в Красную книгу МСОП, приложение СИТЕС, COUNCIL REGULATION, приложения Бернской конвенции и другие международные законодательные акты и соглашения, но на территории Саратовской области не требующие в настоящее время срочных мер по охране и воспроизводству.

Главное и основное предназначение Красных книг и Красных списков любого уровня – сохранить генетическое разнообразие планеты не от естественных процессов эволюции (виды всегда исчезали...), а от воздействия на биологическое разнообразие антропогенных факторов. Региональные КК имеют одно важное отличие от КК РФ. В них большая доля краснокнижных видов представлена видами экстразональных сообществ. Они получают статус редкости из-за того, что встречаются в сообществах, расположенных в пограничных территориях с другими регионами. В этом контексте возникает вопрос: нужно ли включать в региональные КК виды, которые обнаруживаются в пограничных местообитаниях с сопредельными территориями, где они широко распространены, успешно воспроизводятся и им не угрожает дестабилизация популяций? Например, около половины видов растений Саратовской области находится на границе своего распространения. Особенно много таких видов обнаруживается на границе с Волгоградской областью, в которой они являются широко распространенными (зональными) и не нуждаются в охране.

В региональной Красной книге должны быть представлены только резидентные виды.

Залетные виды птиц (за исключением внесенных в Красную книгу РФ), акклиматизированные млекопитающие (благородный и пятнистый олени, сибирская косуля, американская норка, ондатра, енотовидная собака), «пришельцы» млекопитающих (шакал, сайгак, степной кот, рысь обыкновенная, поздний кожан, нетопырь Куля), единично встреченные насекомые, растения, грибы из сопредельных территорий, как мы считаем, нецелесообразно включать в основной раздел региональной Красной книги. Они должны быть помещены в *Приложении 2*.

Юридическая основа охраны редких и исчезающих видов растений и животных будет определена постановлением правительства Саратовской области. В нем необходимо представить таксы для исчисления размера взыскания ущерба за незаконное добывание или уничтожение редких и исчезающих видов растений и животных, а также за разрушение или повреждение мест их обитания, причиненного физическими и юридическими лицами. В качестве рекомендации при подготовке постановления правительства области следует указать предпочтительность группировки редких видов данного списка не в алфавитном порядке, а по категориям статуса их охраны. В зависимости от статуса охраны необходимо ввести дифференцированные санкции (штрафы), хотя виды, имеющие различные категории редкости (1, 2, 3 и т.д.), «охраняются» в равной степени, отсутствуют «привилегии» для видов с более высоким статусом или занесенных в Красную книгу РФ. Практические мероприятия по охране редких видов в основном сводятся к поддержанию нормального функционирования тех природных экосистем, в которых они обитают.

В настоящем выпуске научного журнала «Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология», согласно регламенту подготовки региональных Красных книг, публикуется перечень видов грибов, лишайников, растений и животных, рекомендуемых к внесению в 3-е издание Красной книги Саратовской области и предлагаемых для обсуждения научным и природоохранным сообществами.

Список литературы

1. Завьялов Е. В., Шляхтин Г. В., Аникин В. В., Табачишин В. Г., Якушев Н. Н. Мониторинг антропогенного воздействия, стратегия выявления и сохранения редких и исчезающих животных Саратовской области // Поволж. экол. журн. 2006. Вып. спец. С. 29–40.



2. Шляхтин Г. В., Беляченко А. В., Мосолова Е. Ю., Табачишин В. Г. Биологическая структура и динамика водно-наземных экотонных верхней зоны Волгоградского водохранилища // Поволж. экол. журн. 2014. № 1. С. 74–81.
3. Ермохин М. В., Табачишин В. Г., Иванов Г. А. Оптимизация методики учета земноводных заборчиками с ловчими цилиндрами // Проблемы изучения краевых структур биоценозов : материалы 3-й Междунар. науч. конф. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2012. С. 157–163.
4. Ермохин М. В., Евдокимов Н. А. Редкие и исчезающие виды водных беспозвоночных на страницах Красной Книги Саратовской области // Поволж. экол. журн. 2006. Вып. спец. С. 41–46.
5. Евдокимов Н. А., Ермохин М. В. Типология временных водоемов и влияние их параметров на видовой состав ракообразных зоопланктона // Биол. внутр. вод. 2009. № 2. С. 72–78.
6. Евдокимов Н. А., Ермохин М. В. Ракообразные зоопланктона временных водоемов Саратовской области на территории различных природных зон // Биол. внутр. вод. 2009. № 1. С. 62–69.
7. Евдокимов Н. А., Ермохин М. В. Влияние гидрологических и морфометрических параметров временных водоемов на структуру и количественное развитие рачкового зоопланктона // Биол. внутр. вод. 2009. № 3. С. 61–67.
8. Yevdokimov N. A., Yermokhin M. V. The effect of hydrological and morphometric parameters of temporary waterbodies on the structure and abundance dynamics of crustacean zooplankton // Inland Water Biology. 2009. № 2. P. 247–253.
9. Ермохин М. В., Иванов Г. А., Табачишин В. Г. Фенология нерестовых миграций бесхвостых амфибий в долине р. Медведица (Саратовская область) // Современная герпетология. 2013. Т. 13, № 3/4. С. 101–111.
10. Ермохин М. В., Табачишин В. Г., Иванов Г. А. Фенология нерестовых миграций чесночницы обыкновенной – *Pelobates fuscus* (Pelobatidae, Amphibia) в долине р. Медведица (Саратовская область) // Поволж. экол. журн. 2014. № 3. С. 342–350.
11. Табачишин В. Г., Мосолова Е. Ю., Ермохин М. В. Фенология прилёта чёрного стрижа *Aris aris* в город Саратов // Рус. орнитол. журн. 2014. Т. 23, № 1015. С. 1937–1942.
12. Yermokhin M. V., Tabachishin V. G., Ivanov G. A. Spawning Migration Phenology of the Spadefoot Toad *Pelobates fuscus* (Pelobatidae, Amphibia) in the Valley of the Medveditsa River (Saratov Oblast) // Biol. Bull. 2015. Vol. 42, №10. P. 931–936.
13. Красная книга РСФСР. Животные. М. : Россельхозиздат, 1983. 454 с.
14. Красная книга СССР. Т. 1 : Животные. М. : Лесн. пром., 1984. 292 с.
15. Красная книга Российской Федерации. Животные. М. : Астрель, 2001. 908 с.
16. Красная книга Саратовской области : Растения, грибы, лишайники. Животные. Саратов : Изд-во «Детская книга», 1996. 264 с.
17. Красная книга Саратовской области : Грибы. Лишайники, Растения. Животные. Саратов : Изд-во Торг-пром. палаты Саратов. обл., 2006. 528 с.
18. Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В., Якушев Н. Н., Табачишин В. Г., Аникин В. В., Березуцкий М. А., Кошкин В. А. Биоразнообразие и охрана природы в Саратовской области : эколого-просветительская серия для населения : в 4 кн. Кн. 1. Позвоночные животные. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2008. 204 с.
19. Шляхтин Г. В., Захаров В. М., Аникин В. В., Беляченко А. В., Березуцкий М. А., Волков Ю. В., Дмитриев С. В., Завьялов Е. В., Кириллова И. М., Костецкий О. В., Кузнецов В. А., Макаров В. З., Мосолова Е. Ю., Табачишин В. Г., Чумаченко А. Н., Филипьев О. А., Хучраев С. О., Якушев Н. Н. Биоразнообразие и охрана природы в Саратовской области: эколого-просветительская серия для населения : в 4 кн. Кн. 2. Особо охраняемые природные территории – рефугиумы для сохранения биологического разнообразия. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2010. 160 с.
20. Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В., Табачишин В. Г. О природоохранном статусе ужа водяного (*Natrix tessellata*) на севере Нижнего Поволжья // Современная герпетология. 2013. Т. 13, вып. 1/2. С. 74–77.
21. Шляхтин Г. В., Аникин В. В., Беляченко А. В., Мосолова Е. Ю., Табачишин В. Г. Современное состояние биоразнообразия животного мира Саратовской области // Изв. Саратов. ун-та. Нов. серия. Сер. Химия. Биология. Экология. 2014. Т. 14, вып. 1. С. 103–112.
22. Аникин В. В., Березуцкий М. А., Завьялов Е. В., Киреев Е. А., Мосолова Е. Ю., Табачишин В. Г., Якушев Н. Н. Материалы по ведению Красной книги Саратовской области в 2008 году. Сообщение I. Новые сведения об охраняемых видах // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2009. Т. 11, № 1. С. 133–139.
23. Завьялов Е. В., Табачишин В. Г., Якушев Н. Н., Харитонов С. П., Мосолова Е. Ю. Динамика и возможные причины расселения малого баклана (*Phalacrocorax rugosus*, Pelecaniformes) на севере Нижнего Поволжья и сопредельных территориях // Поволж. экол. журн. 2009. №1. С. 69–73.
24. Березуцкий М. А., Завьялов Е. В., Лукьянов С. Б., Ручин А. Б., Табачишин В. Г., Мосолова Е. Ю. Материалы по ведению Красной книги Саратовской области в 2008 году. Сообщение II. Новые сведения об охраняемых видах и редких таксонах, рекомендуемых к охране в регионе // Бюл. «Самарская Лука» : проблемы региональной и глобальной экологии. 2010. Т. 19, № 4. С. 98–110.
25. Аникин В. В., Ермохин М. В. Современное нахождение пеструшки лесной – *Hamearis lucina* (L., 1758) (Lepidoptera, Riodinidae) в границах Саратовской области // Энтомол. и паразитол. исслед. в Поволжье. 2012. Вып. 10. С. 99–101.
26. Беляченко А. В., Шляхтин Г. В., Филипьев О. А., Мосолова Е. Ю., Мельников Е. Ю., Ермохин М. В., Табачишин В. Г., Емельянов А. В. Методы количественных учётов и морфологических исследований наземных позвоночных животных. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2014. 148 с.



27. Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Хрустов А. В., Завьялов Е. В. Экологическая сегрегация дрофиных птиц в условиях севера Нижнего Поволжья : эволюционные и адаптивные аспекты // Экология. 2004. № 4. С. 284–291.
28. Shlyakhtin G. V., Tabachishin V. G., Khrustov A. V., Zav'yalov E. V. Ecological Segregation of Bustards (Otididae) in the North of the Lower Volga Region: Evolutionary and Adaptive Aspects // Russ. J. of Ecology. 2004. Vol. 35, № 4. P. 247–253.
29. Завьялов Е. В., Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Якушев Н. Н., Мосолова Е. Ю. Экологические аспекты динамики распространения среднего дятла (*Dendrocopos medius*) в Нижнем Поволжье // Экология. 2010. № 1. С. 74–77.
30. Zav'yalov E. V., Shlyakhtin G. V., Tabachishin V. G., Yakushev N. N., Mosolova E. Yu. Ecological aspects of the dynamics of middle spotted woodpecker (*Dendrocopos medius*) expansion in the Lower Volga region // Rus. J. of Ecology. 2010. Vol. 41, № 1. P. 71–74.
31. Шляхтин Г. В., Захаров В. М., Завьялов Е. В., Беляченко А. В., Дмитриев С. Г., Мосолова Е. Ю., Кузнецов В. А. Влияние изменения климата на биоразнообразие птиц и млекопитающих севера Нижнего Поволжья // Успехи совр. биологии. 2011. Т. 131, № 5. С. 453–459.
32. Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Ермохин М. В. История и основные направления изучения герпетофауны севера Нижнего Поволжья (к 105-летию кафедры морфологии и экологии животных Саратовского государственного университета // Современная герпетология. 2014. Т. 14, № 3/4. С. 137–146.

УДК [581.9+591.9](470.44)

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЦЕДУРЫ ЗАНЕСЕНИЯ И ВЫВЕДЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ВИДОВ В ТРЕТЬЕМ ИЗДАНИИ КРАСНОЙ КНИГИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ



Г. В. Шляхтин, В. Г. Табачишин, М. В. Ермохин

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: biofac@sgu.ru

Показаны основные принципы, положенные в основу методологии процедуры занесения и выведения биологических видов в региональные Красные книги. На примере ужа водяного продемонстрирован алгоритм исключения вида из перечня редких и исчезающих животных, нуждающихся в специальных мерах охраны. В результате многолетних полевых исследований популяций данного вида змей установлен положительный тренд изменения численности его популяций, спектра биотопической приуроченности и географического распространения в пределах Саратовской области. Установлены трофические, биотопические и климатические факторы, способствовавшие изменению природоохранного статуса локальных популяций этого вида.

Ключевые слова: редкие виды, природоохранный статус, биологическое разнообразие, Саратовская область.

Methodical Principles of the Procedure of Entering and Deleting Biological Species in the Third Edition of the Red Data Book of the Saratov Region

G. V. Shlyakhtin, V. G. Tabachishin, M. V. Yermokhin

Basic principles underlying the methodology of the procedure of entering and deleting biological species in regional Red Data Books are shown. With *Natrix tessellate* as an example, an algorithm is demonstrated to exclude a species from the list of rare and endangered animals needing special protection measures. As a result of our long-term field studies of the *N. tessellate* populations, a positive trend in the abundance change in its population and in the spectrum of biotopical

correspondence and geographical distribution within the Saratov region has been established. Trophic, biotopic and climatic factors contributing to changes in the conservation status of local populations of this species were revealed.

Key words: rare species, conservation status, biodiversity, Saratov region.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-295-299

Наиболее сложной задачей ведения Красных книг следует считать определение природоохранного статуса редких и исчезающих видов растений и животных. Данный статус обычно должен устанавливаться по биологическим параметрам вида: биотопической приуроченности, морфофизиологическому состоянию особей, численности, динамике плодовитости и смертности, популяционной структуре, ареалу и его флуктуациям и другим особенностям. Анализ и оценка таких показателей позволяют выявить эколого-биологическую специфику каждого вида в конкретных условиях местообитаний и в определенный период времени [1–4].

Для занесения вида в Красную книгу любого уровня прежде всего необходимо установить причины, из-за которых вид оказывается редким и нуждающимся в особой охране. Одной из главных причин в современных условиях признаются широкомасштабные нарушения, вызванные деятельностью человека, которые изменили, привели в упадок и разрушили экосистемы и их



составляющие блоки, доведя некоторые виды и даже сообщества до грани вымирания.

Главными угрозами биологическому разнообразию в целом и состоянию популяций отдельных видов, вытекающими из деятельности человека, следует считать: 1) разрушение мест обитания; 2) фрагментацию и деградацию ареалов биологических видов; 3) воздействие различных загрязнений (промышленного, химического, электромагнитного, радиационного и др.); 4) глобальное изменение климата; 5) чрезмерную эксплуатацию популяций хозяйственно полезных видов; 6) вторжение (инвазию) чужеродных видов в аборигенные экосистемы; 7) увеличивающееся распространение возбудителей различных эпизоотий.

Любой биологический вид играет определенную роль в устойчивости биосферы. Исчезнувший вид, несмотря на высочайший прогресс развития науки, как правило, не может быть восстановлен. Отношение к виду, находящемуся под угрозой исчезновения, должно быть особым, осторожным! Каждый вид обладает комплексом адаптаций, которые обеспечивают его существование в определенной среде обитания. При изменении условий существования определенного вида, которые превосходят его адаптационные возможности, начинается процесс деградации его популяций. Сущность процесса деградации популяции заключается в многолетнем преобладании смертности над рождаемостью (приростом). В такой ситуации без активной природоохранной деятельности человека последствия для вида могут оказаться катастрофическими. Поэтому популяции растений и животных, которые в настоящее время находятся в процессе деградации, относят к редким или находящимся

под угрозой исчезновения [5]. Такое состояние популяций в конкретном регионе, очевидно, следует считать основанием для занесения таких видов в Красную книгу Саратовской области.

Количественно определить уровень и критический порог экологической деградации популяций вида практически всегда достаточно сложно. Поэтому широко используются качественные и количественные параметры, с помощью которых можно объективно оценить состояние того или иного вида на основе анализа основных биологических параметров его популяций в регионе. К числу основных биологических параметров вида относятся: место локальных популяций в структуре ареала, их численность, степень биологической специализации вида, плодовитость, успешность размножения, величина смертности, структура популяции (возрастная, половая и социальная), степень подвижности (суточные, сезонные и многолетние миграции). Необходимо также учитывать реакцию особей на трансформацию мест обитания, фактор беспокойства и его значение для жизнедеятельности популяции, хозяйственную и научную ценность вида и др.

На основании результатов анализа качественных показателей вида составляют его экологический паспорт, определяют охранный статус и категорию, вырабатывают стратегию сохранения или восстановления популяций. При анализе комплекса биологических параметров популяций вида можно выявить начало или тенденции процесса их деградации [6].

Для установления категории редких и находящихся под угрозой исчезновения видов В. Е. Флинтон [4] была разработана матрица (таблица) для отнесения того или иного вида к категории нуждающихся в особой охране.

Соотношение биологических параметров вида и критериев угрозы

Биологические параметры	Индикаторы деградации вида
Численность популяции вида	Относительно стабильная, но исходно низкая; относительно высокая, но сокращается; исходно малая и продолжает сокращаться
Структура и площадь ареала	Фрагментация ареала под влиянием антропогенных факторов; стабильное сокращение общей площади ареала; реликтовый характер ареала; ареал эндемичного вида (узкоареальный вид)
Экологическая специфика вида	Жесткая и безальтернативная связь с определенными экологическими факторами (стенобионтный вид)
Успешность размножения и смертность	Величина смертности доминирует над успешностью размножения; успешность размножения низкая и устойчиво снижается
Структура популяции	Устойчивые изменения в половой и возрастной структурах; устойчивое сокращение доли эффективной численности
Характер связи с местообитаниями	Жесткая связь с определенными биотопами (стенотопность); глубокая и необратимая трансформация местообитаний
Подвижность (включая регулярные миграции)	Повышенная смертность во время дальних миграций; изменение традиционных миграционных путей
Отношение к человеку	Обостренная реакция на появление человека (антропофобия)

Примечание. Сост. по: [4].



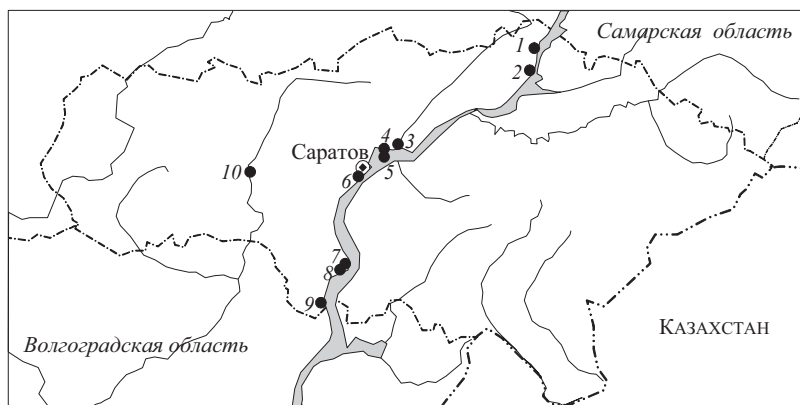
Согласно матрице достаточно наличие хотя бы одного индикатора, который свидетельствует о реальной угрозе конкретному виду. Два и более индикаторов деградации вида говорят о значительной угрозе, что может иметь решающее значение при установлении редкого вида и его охрannого статуса.

При подготовке 3-го издания Красной книги Саратовской области пересматривался статус охраняемых видов, вносились новые редкие и исчезающие виды и выводились виды, которые за этот период увеличили свою численность и расширили ареал, а их популяциям в настоящее время не угрожает исчезновение. В этом контексте важной проблемой следует признать исключение видов из списков редких и нуждающихся в особой охране. Эта задача достаточно сложная, поскольку требуется убедительная научная аргументация и многолетний фактический полевой материал.

В качестве примера научно-методического обоснования выведения видов животных из региональной Красной книги Саратовской области рассмотрим водяного ужа (*Natrix tessellata*). Впервые вопрос о природоохранном статусе этого вида был поднят в первой половине 1990-х гг. при обсуждении перечня редких и исчезающих видов животных, рекомендуемых к включению в

первое издание региональной Красной книги. В то время вид был отнесен к редким таксонам, сокращающим численность и ареал (2-я категория) [7]. Его встречи, по сравнению с обыкновенным ужом (*Natrix natrix*), были относительно редки [8]. Например, в середине 1990-х гг. он отмечался лишь в нескольких районах юга саратовского Правобережья. В то время были неизвестны причины такого стремительного сокращения его численности и распространения. Это обусловило более тщательное изучение популяций данного вида [9].

Было выявлено, что на рубеже столетий водяной уж обитал в пойме р. Волги и ее притоках (рисунок). Спорадически он также встречался в увлажненных биотопах по берегам рек, пойменных лугах с зарослями кустарников и т.п. Особо предпочитаемыми биотопами были обрывистые щебнистые берега Волгоградского водохранилища [9, 10]. В ходе многолетних полевых исследований с 1996 по 2015 г. получены новые данные о распространении и численности этого вида в регионе: он осваивал новые места обитания (см. рисунок) и увеличивал свою численность. Например, в долине средней части Волгоградского водохранилища на различных участках плотность его популяций варьировала от 3 до 17 особ./га [9–12].



Распространение ужа водяного в Саратовской области: 1 – окр. г. Хвалынска (Зоологический музей Саратовского государственного университета (ЗМ СГУ)); 2 – окр. с. Алексевка, Хвалынский р-н (Бакиев и др., 2010); 3 – окр. с. Усовка (устье р. Терешка), Воскресенский р-н (ЗМ СГУ); 4 – окр. с. Чардым, Воскресенский р-н (ЗМ СГУ); 5 – Чардымские о-ва, Воскресенский р-н (ЗМ СГУ); 6 – окр. г. Саратова (ЗМ СГУ); 7 – окр. с. Ахмат, Красноармейский р-н (ЗМ СГУ); 8 – окр. с. Садовое, Красноармейский р-н (ЗМ СГУ); 9 – окр. с. Н. Банновка, Красноармейский р-н (ЗМ СГУ); 10 – окр. пос. Лысье Горы

В течение первого двадцатилетия XXI в. водяной уж отчетливо проявляет тенденцию увеличения своей численности и расширения зоны распространения. В качестве основной причины

наблюдаемого процесса, очевидно, следует рассматривать существенное улучшение его кормовой базы в водоёмах Саратовской области [13]. Такие изменения позволили ужу заселять и осва-



ивать новые территории, достигая относительно высокой плотности локальных популяций.

Было установлено, что основой пищевого рациона ужа были в основном непромысловые виды рыб – горчак, головешка-ротан, елец, укля, разные виды бычков (цуцик, песочник и кругляк) и др. [13, 14]. Так, по сравнению с начальным этапом функционирования Волгоградского водохранилища, доля молоди непромысловых рыб увеличилась в 29 раз и прогнозируется дальнейшая их экспансия [15].

Все большее значение для воспроизводства рыб приобретает фактор увеличения площади мелководных участков водохранилища и зарастания их высшей водной растительностью. Именно такие станции интенсивно заселяются водяным ужом, где он находит достаточно богатую кормовую базу и хорошие защитные условия. Кроме того, развитию тенденции к устойчивому росту численности популяций водяного ужа способствует создание на территории области обширной сети больших и малых водохранилищ, прудовых рыбоводных хозяйств, каналов ирригационной системы [16–18].

В настоящее время ужом заселена на всем протяжении поймы Волгоградского водохранилища, известны находки его на малых волжских притоках, в долине р. Медведицы и в саратовском Заволжье (см. рисунок). Росту численности популяций ужа, безусловно, способствует благоприятный для данного вида тренд к потеплению климата. Положительный эффект может достигаться в результате существенного изменения многих параметров годового цикла, установленных в основном для холоднокровных животных [19–23]. К числу таких параметров относятся сокращение продолжительности периода зимовки, которое обусловлено, с одной стороны, смещением сроков размножения на более ранние весной и в меньшей степени более поздним наступлением оцепенения осенью. Кроме того, уменьшение глубины промерзания грунта в течение зимнего периода определяет относительно более благоприятные условия зимовки и, очевидно, сокращает смертность прежде всего неполовозрелых особей в это время.

Следует отметить, что водяной уж включен в Приложение II к Бернской конвенции по охране европейских видов дикой фауны и мест их обитания. С учетом данного факта, а также на основании длительных полевых исследований предлагается вывести водяного ужа из основного перечня редких и охраняемых таксонов региона, но включить его в Приложение 3 к 3-му изданию Красной книги Саратовской области.

Список литературы

1. Щипанов Н. А. Современные принципы охраны животного мира: задачи, подходы, концепции, наземные позвоночные // Успехи совр. биол. 1992. Т. 112, вып. 5–6. С. 643–660.
2. Алимов А. Ф. Разнообразие в сообществах животных и его сохранение // Успехи совр. биол. 1993. Т. 113, вып. 6. С. 652–658.
3. Неронов В. М., Букварева Е. Н., Бобров В. В. Зоогеография и современные задачи сохранения биоразнообразия // Успехи совр. биол. 1993. Т. 113, вып. 6. С. 643–651.
4. Флинт В. Е. Стратегия сохранения редких видов в России : теория и практика. М. : ГЕОС, 2004. 376 с.
5. Завьялов Е. В., Шляхтин Г. В., Аникин В. В., Табачишин В. Г., Якушев Н. Н. Мониторинг антропогенного воздействия, стратегия выявления и сохранения редких и исчезающих животных Саратовской области // Поволж. экол. журн. 2006. Вып. спец. С. 29–40.
6. Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В. Опыт организации и перспективы охраны популяций редких видов животных Саратовской области // Фундаментальные и прикладные исследования саратовских ученых для процветания России и Саратовской губернии : материалы науч. конф. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1999. С. 253–256.
7. Шляхтин Г. В. Уж водяной *Natrix tessellata* (Laur.) // Красная книга Саратовской области : Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов : Приволж. кн. изд-во, 1996. С. 212.
8. Табачишин В. Г., Табачишина И. Е. Распространение и особенности экологии обыкновенного ужа (*Natrix natrix*) на севере Нижнего Поволжья // Поволж. экол. журн. 2002. № 2. С. 179–183.
9. Завьялов Е. В., Табачишин В. Г., Шляхтин Г. В. Современное распространение рептилий (Reptilia : Testudines, Squamata, Serpentes) на севере Нижнего Поволжья // Современная герпетология. 2003. Т. 2. С. 52–67.
10. Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Завьялов Е. В., Табачишина И. Е. Животный мир Саратовской области : в 4 кн. Кн. 4. Амфибии и рептилии. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2005. 116 с.
11. Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Завьялов Е. В., Табачишина И. Е. Редкие и исчезающие виды амфибий и рептилий, рекомендуемые к внесению во второе издание Красной книги Саратовской области // Поволж. экол. журн. 2006. Вып. спец. С. 78–83.
12. Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Завьялов Е. В. Водяной уж – *Natrix tessellata* (Laurenti, 1768) // Красная книга Саратовской области : Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов : Изд-во Торг.пром. палаты Саратов. обл., 2006. С. 369–370.
13. Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В., Табачишин В. Г. О природоохранном статусе ужа водяного (*Natrix tessellata*) на севере Нижнего Поволжья // Современная герпетология. 2013. Т. 13, вып. 1/2. С. 74–77.



14. Завьялов Е. В., Болдырев В. С., Ильин В. Ю., Лукьянов С. Б., Мосолова Е. Ю., Помазенко О. А., Попов Е. В., Ручин А. Б., Табачишин В. Г., Шляхтин Г. В., Якушев Н. Н. Рыбы севера Нижнего Поволжья : в 3 кн. Кн. II. История изучения ихтиофауны. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2010. 336 с.
15. Ермолин В. П., Мосияш С. С., Матвеев М. П. Особенности воспроизводства рыб в Волгоградском водохранилище // Проблемы ихтиологии и рыбного хозяйства : сб. науч. тр. ФГНУ «ГосНИОРХ». 2007. Вып. 336. С. 67–78.
16. Шляхтин Г. В., Аникин В. В., Беляченко А. В., Мосолова Е. Ю., Табачишин В. Г. Современное состояние биоразнообразия животного мира Саратовской области // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2014. Т. 14, вып. 1. С. 103–112.
17. Шляхтин Г. В., Беляченко А. В., Мосолова Е. Ю., Табачишин В. Г. Биологическая структура и динамика водно-наземных экотонных верхней зоны Волгоградского водохранилища // Поволж. экол. журн. 2014. № 1. С. 74–81.
18. Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Ермохин М. В. История и основные направления изучения репетофауны севера Нижнего Поволжья (к 105-летию кафедры морфологии и экологии животных Саратовского государственного университета) // Современная герпетология. 2014. Т. 14, вып. 3/4. С. 137–146.
19. Табачишин В. Г., Ермохин М. В. Особенности термобологии островных популяций полоза узорчатого (*Elaphe dione*) и ужа обыкновенного (*Natrix natrix*) в летний период в средней зоне Волгоградского водохранилища // Вестн. Тамбов. ун-та. Сер. Естественные и технические науки. 2013. Т. 18, № 6. С. 3080–3082.
20. Ермохин М. В., Табачишин В. Г., Иванов Г. А., Богословский Д. С. Особенности размещения чесночницы обыкновенной (*Pelobates fuscus*) в почвенном профиле в начале зимовки в долине р. Медведица // Современная герпетология. 2013. Т. 13, вып. 1/2. С. 22–26.
21. Ермохин М. В., Иванов Г. А., Табачишин В. Г. Фенология нерестовых миграций бесхвостых амфибий в долине р. Медведица (Саратовская область) // Современная герпетология. 2013. Т. 13, вып. 3/4. С. 101–111.
22. Ермохин М. В., Табачишин В. Г., Иванов Г. А. Фенология нерестовых миграций чесночницы обыкновенной – *Pelobates fuscus* (Pelobatidae, Amphibia) в долине р. Медведица (Саратовская область) // Поволж. экол. журн. 2014. № 3. С. 342–350.
23. Yermokhin M. V., Tabachishin V. G., Ivanov G. A. Spawning Migration Phenology of the Spadefoot Toad *Pelobates fuscus* (Pelobatidae, Amphibia) in the Valley of the Medveditsa River (Saratov Oblast) // Biol. Bull. 2015. Vol. 42, № 10. P. 931–936.

УДК [581.9 + 582.28 + 582.29](470.44)

РЕДКИЕ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ ВИДЫ ГРИБОВ И ЛИШАЙНИКОВ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ В ТРЕТЬЕ ИЗДАНИЕ КРАСНОЙ КНИГИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ



В. А. Болдырев, Е. А. Козырева, О. В. Костецкий

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: biofac@sgu.ru

На основе современных полевых исследований, коллекционных сведений и анализа данных литературы составлен перечень видов грибов и лишайников, рекомендуемых к включению в 3-е издание Красной книги Саратовской области. Он содержит 19 представителей микофлоры, относящихся к 11 семействам, и 6 представителей лихенофлоры, принадлежащих 3 семействам. Обосновывается необходимость расширения и изменения списка охраняемых таксонов по сравнению с предыдущим изданием.
Ключевые слова: грибы, лишайники, Красная книга, Саратовская область.

Rare and Disappearing Fungus and Lichens Species to Be Included Into the Third Edition of the Red Book of Saratov Region

V. A. Boldyrev, E. A. Kozyreva, O. V. Kostetsky

The list of rare and disappearing fungus and lichens species to be included into the third edition of the Red Book of Saratov region has

been compiled on the basis of modern field surveys, collection data, analysis of literature. It contains 19 representatives of mycoflora belonging to 11 families and 6 representatives of lichen flora belonging to 3 families. The necessity to extend and modify the list of protected taxa is substantiated compared with the previous edition.

Key words: fungus, lichens, Red Book, Saratov region.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-299-301

На сегодняшний момент микофлора макромитетов Саратовской области насчитывает более 100 видов, лихенофлора – более 250. Со времени выхода второго издания Красной книги Саратовской области (КК СО) [1] прошло около десяти лет. За этот период состояние популяций отдельных видов грибов и лишайников изменилось, а также обнаружены новые точки их распространения, что требует пересмотра охранного статуса некоторых видов.

Исследования последних лет [2–4] позволили составить перечень таксонов грибов



и лишайников, рекомендуемых к внесению в третье издание КК СО. В него предлагается включить 19 представителей макромицетов, относящихся к 11 семействам, и 6 представителей лишенофлоры, принадлежащих трем семействам. Названия таксонов, используемые во втором издании Красной книги Саратовской области [1, 5], в настоящей статье приведены в соответствии с современными таксономическими данными [6, 7]. В связи с этим вид земляная звезда ложноокаймленная (*Geastrum pseudolimbatum* Hollos) отнесен к синонимам вида земляная звезда увенчанная (*Geastrum coronatum* Pers.). Для всех видов грибов будут скорректированы категории статусов и приведены дополнения по распространению их на территории области. Большинство из предложенных к внесению в региональную Красную книгу видов грибов – почвенные сапротрофы, но есть и ксилотрофы, способные развиваться как на живой древесине различных древесных пород, способствуя развитию гнилей, так и на мертвой, разрушая ее. По приуроченности к биотопам преобладают лесные виды, многие из которых являются облигатными микоризообразователями.

Виды лишайников, предлагаемых к внесению в новое издание региональной Красной книги, выделены в отдельную группу в соответствии со структурой федеральной Красной книги [8]. Они представлены эпифитной и эпигейной эколого-субстратными группами.

В соответствии с рекомендациями [9] в новом издании региональной Красной книги будет принята шкала категорий статусов для оценки состояния видов, используемая в Красной книге Российской Федерации [8]. Так, будут выделены следующие категории: **0 – вероятно исчезнувшие**, **1 – находящиеся под угрозой исчезновения**, **2 – сокращающиеся в численности** (а) таксоны, численность которых сокращается в результате изменений существования или разрушения местообитаний; б) таксоны, численность которых сокращается в результате чрезмерного использования их человеком и может быть стабилизирована специальными мерами), **3 – редкие** (а) узкоареальные эндемики; б) имеющие значительный ареал, в пределах которого встречаются спорадически и с небольшой численностью популяций; в) имеющие узкую экологическую приуроченность, связанные со специфическими условиями произрастания; г) имеющие значительный общий ареал, но находящиеся в пределах Саратовской области на границе распространения; д) имеющие ограниченный ареал, часть которого находится на

территории (акватории) Саратовской области), **4 – неопределенные по статусу**, **5 – восстанавливаемые и восстанавливающиеся**.

Грибы и лишайники, рекомендуемые к внесению в 3-е издание Красной книги Саратовской области

ГРИБЫ

Семейство Агариковые – *Agaricaceae*

Головач гигантский – *Calvatia gigantea* (Batsch) Lloyd (*Langermannia gigantea* (Batsch) Rostk.)

Гриб-зонтик девичий – *Leucoagaricus nympharum* (Kalchbr.) Bon (*Macrolepiota puellaris* (Fr.) M.M. Moser)

Семейство Болетовые – *Boletaceae*

Болет аппендиксовидный – *Boletus appendiculatus* Schaeff.

Семейство Клавариадельфациевые – *Clavariadelphaceae*

Клавариадельфус (рогатик) пестиковый – *Clavariadelphus pistillaris* (L.) Donk

Семейство Ганодермовые – *Ganodermataceae*

Ганодерма блестящая (трутовик лакированный) – *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst.

Семейство Геастровые – *Geastraceae*

Земляная звезда бородавчатая – *Geastrum corollinum* (Batsch) Hollós (*Geastrum recolligens* (With.) Desv)

Земляная звезда увенчанная – *Geastrum coronatum* Pers. (*Geastrum pseudolimbatum* Hollos)

Земляная звезда бахромчатая – *Geastrum fimbriatum* Fr.

Земляная звезда цветковидная – *Geastrum floriforme* Vittad.

Земляная звезда Котлаба – *Geastrum kotlabae* V.J. Staněk

Земляная звезда Шмиделя – *Geastrum schmidelii* Vittad. (*Geastrum nanum* Pers.)

Земляная звезда полосатая – *Geastrum striatum* DC.

Семейство Гирупоровые – *Gyroporaceae*

Гирупорус каштановый – *Gyroporus castaneus* (Bull.) Quél.

Гирупорус синеющий – *Gyroporus cyaneus* (Bull.) Quél.

Семейство Ежовиковые – *Hericiaceae*

Гериций кораллоподобный (ежовик коралловый) – *Hericium coralloides* (Scop.) Pers.

Семейство Сморчковые – *Morchellaceae*

Сморчок степной – *Morchella steppicola* Zerova

Семейство Веселковые – *Phallaceae*

Мутинус Равенеля – *Mutinus ravenelii* (Berk. & M. A. Curtis) E. Fisch.



Семейство Полипоровые – Polyporaceae
Полипорус корнелюбивый – *Polyporus rhizophilus* Pat.

Семейство Спарассиевые – Sparassidaceae
Спарассис курчавый – *Sparassis crispa* (Wulfen) Fr.

ЛИШАЙНИКИ

Семейство Кладониевые – Cladoniaceae
Кладония бескорая – *Cladonia decorticata* (Flörke) Spreng.

Семейство Мегаспоровые – Megasporaceae
Аспицилия кустистая – *Aspicilia fruticulosa* (Eversm.) Flag.

Семейство Пармелиевые – Parmeliaceae
Бриория волосовидная – *Bryoria capillaris* (Ach.) Brodo et D. Hawksw.

Пармелина липовая – *Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale

Псевдеверния зернистая – *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf

Цетрария колючая – *Cetraria aculeata* (Schreb.) Fr.

Список литературы

1. Красная книга Саратовской области : Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов : Изд-во Торг-пром. палаты Саратовской области. 2006. 528 с.
2. Дудорева Т. А., Гимельбрант Д. Е., Козырева Е. А. Материалы к изучению лишайников Приволжской возвышенности (в пределах Саратовской области) // Вестн. Твер. гос. ун-та. Сер. Биология и экология. 2013. Вып. 30, № 7. С. 92–106.
3. Дудорева Т. А., Урбанавичюс Г. П. К изучению лишайников Дьяковского леса и прилегающих территорий (Нижнее Заволжье, Саратовская область) // Самарская Лука : Бюл. 2004. № 15. С. 152–158.
4. Козырева Е. А., Болдырев В. А. Материалы к изучению лишайников Национального парка «Хвалынский» (Саратовская область) // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2015. Т. 15, вып. 1. С. 72–76.
5. Архипова Е. А., Березуцкий М. А., Болдырев В. А., Буланая М. В., Буланы Ю. И., Костецкий О. В., Маевский В. В., Панин А. В., Протоклитова Т. Б., Решетникова Т. Б., Серова Л. А., Степанов М. В., Стуков В. И., Худякова Л. П., Черепанова Л. А., Шилова И. В. Виды грибов, лишайников и растений, рекомендуемые для внесения во второе издание Красной книги Саратовской области // Поволж. экол. журн. 2006. Вып. спец. С. 18–28.
6. Index Fungorum. URL: <http://www.indexfungorum.org> (дата обращения: 12.02.2016).
7. Ainsworth et Bisby's Dictionary of the fungi. 10th ed. / eds. P. M. Kirk et al. Trowbridge : Cromwell Press, 2008. 771 p.
8. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М. : Т-во науч. изд. КМК. 2008. 855 с.
9. Методические рекомендации по ведению Красной книги субъекта Российской Федерации / Минприроды России. М., 2006. 20 с.

УДК 581.9 (470.44)

ВИДЫ ВОДОРосЛЕЙ, МОХООБРАЗНЫХ, ПАПОРТНИКООБРАЗНЫХ И ГОЛОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ В ТРЕТЬЕ ИЗДАНИЕ КРАСНОЙ КНИГИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ



Е. А. Архипова, В. А. Болдырев, Ю. И. Буланы, О. Н. Давиденко, Е. А. Козырева, М. В. Лаврентьев, Т. Б. Решетникова, М. В. Степанов

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: biofac@sgu.ru

Приводится список видов водорослей, мохообразных, папоротникообразных и голосеменных растений, рекомендуемых для внесения в третье издание Красной книги Саратовской области (водоросли – 1 вид, мохообразные – 15, папоротникообразные – 13, голосеменные – 1). Обосновывается необходимость расширения и изменения списка охраняемых таксонов по сравнению со вторым изданием Красной книги. Излагаются принципы отбора таксонов для внесения в третье издание.

Ключевые слова: водоросли, мохообразные, папоротникообразные, голосеменные, охраняемые виды, Красная книга, Саратовская область.

Algae, Mossy, Pteridophytes and Gymnosperm Plant Species to Be Included Into the Third Edition of the Red Book of Saratov Region

Е. А. Arkhipova, V. A. Boldyrev, Yu. I. Bulany, O. N. Davidenko, E. A. Kozyreva, M. V. Lavrentiev, T. B. Reshetnikova, M. V. Stepanov

A list of algae, mossy, pteridophytes and gymnosperm plant species to be included into the third edition of the Red Book of the Saratov region is proposed (1 species of algae, 15 mossy species, 13 pteridophytes, 1 gymnosperms). The necessity to correct and extend the protected



taxon list in comparison with the second edition is substantiated. Principles of taxon selection for the third edition are discussed.

Key words: algae, mossy, pteridophytes, gymnosperms plants, protected species, Red Book, Saratov region.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-301-303

Прошло около десяти лет со времени выхода в свет второго издания Красной книги Саратовской области (КК СО) [1], сыгравшего важную роль для активизации изучения состояния популяций редких и охраняемых таксонов. Однако на сегодняшний момент возникла насущность серьезного пересмотра списка и охранного статуса видов водорослей, мохообразных, папоротникообразных и голосеменных растений для очередного издания КК СО. Необходимость этого вызвана тем, что за истекший период была получена новая информация о флоре и растительности области. Кроме того, анализа, изменений и дополнений требует сам список видов Красной книги для соблюдения методических рекомендаций по ведению Красной книги субъекта Российской Федерации [2].

Принципы отбора видов растений для третьего издания Красной книги Саратовской области в целом аналогичны таковым, предложенным для второго издания [3] и изложенным в статье «Виды цветковых растений, рекомендуемые для внесения в третье издание Красной книги Саратовской области», опубликованной в этом же выпуске.

Список рекомендуемых к охране видов водорослей, мохообразных, папоротникообразных и голосеменных растений был дополнен по сравнению с данными второго издания КК СО [1] шестью видами, из которых пять мохообразных и одна водоросль.

Для объектов растительного мира, состояние которых вызывает опасение и требуется проведение дальнейших исследований, чтобы решить вопрос о необходимости их охраны, рекомендуем основной список дополнить отдельным Приложением «Перечень таксонов растений и грибов, которые нуждаются в особом внимании к их состоянию в природной среде и мониторинге». В этот перечень на основании данных последних лет рекомендуется перенести четыре вида мохообразных (*Barbula revoluta* (Shrad.) Brid., *Dicranum bonjeanii* De Not., *Hypnum pallescens* (Hedw.) P. Beauv. и *Polytrichum commune* Hedw.) и один вид голосеменных растений (*Ephedra distachya* L.) из основного состава видов, внесенных во второе издание КК СО.

Ниже приводится список видов водорослей, мохообразных, папоротникообразных и голосо-

менных растений, рекомендуемых для включения в третье издание КК СО.

Список видов водорослей, мохообразных, папоротникообразных и голосеменных растений, рекомендуемых к внесению в третье издание Красной книги Саратовской области

ВОДРОСЛИ

Семейство Нителловые – Nitellaceae

Толипелла пролиферирующая – *Tolypella prolifera* (A. Braun) Leonh.

МОХООБРАЗНЫЕ

Семейство Климациевые – Climaciaceae

Климациум древовидный – *Climacium dendroides* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr

Семейство Энкалиптовые – Eucalyptaceae

Энкалипта скрученноплодная – *Eucalypta streptocarpa* Hedw.

Семейство Фонтиналисовые – Fontinalaceae

Фонтиналис противопожарный – *Fontinalis antipyretica* Hedw.

Семейство Леукодоновые – Leucodontaceae

Леукодон беличий – *Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwägr.

Семейство Неккеровые – Neckeraceae

Неккера перистая – *Neckera pennata* Hedw.

Семейство Пилезиевые – Pylaisiaceae

Птилиум гребенчатый – *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not.

Стереодон Воше – *Stereodon vaucheri* (Lesq.) Lindb. ex Broth.

Семейство Поттиевые – Pottiaceae

Дидимодон ржаво-бурый – *Didymodon fallax* (Hedw.) R. H. Zander

Микробриум кривошей – *Microbryum curvicolium* (Hedw.) R. H. Zander

Птеригонеурум Козлова – *Pterygoneurum kozlovii* Laz.

Тортула стенная – *Tortula muralis* Hedw.

Семейство Сфагновые – Sphagnaceae

Сфагнум магелланский – *Sphagnum magellanicum* Brid.

С. плосколистный – *S. platyphyllum* (Lindb. ex Braithw.) Warnst.

Семейство Туидиевые – Thuidiaceae

Абиетинелла пихтовидная – *Abietinella abietina* (Hedw.) M. Fleisch.

Туидиум признанный – *Thuidium recognitum* (Hedw.) Lindb.

ПАПОРОТНИКООБРАЗНЫЕ

Семейство Кочедыжниковые – Athyriaceae

Голокучник обыкновенный – *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm.



Кочедыжник женский – *Athyrium filix-femina* (L.) Roth

Семейство Гроздовниковые – Botrychyaceae

Гроздовник полулунный – *Botrychium lunaria* (L.) Sw.

Семейство Щитовниковые – Dryopteridaceae

Щитовник гребенчатый – *Dryopteris cristata* (L.) A. Gray

Щ. Карпузиуса – *D. carthusiana* (Vill.) H. P. Fuchs

Щ. мужской – *D. filix-mas* (L.) Schott

Семейство Плауновые – Lycopodiaceae

Дифазиаструм сплюснутый – *Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub

Плаун булавовидный – *Lycopodium clavatum* L.

П. годичный – *L. annotinum* L.

Семейство Марсилеевые – Marsileaceae

Марсилия четырехлистная – *Marsilea quadrifolia* L.

М. щетинистая – *M. strigosa* Willd.

Семейство Оноклеевые – Onocleaceae

Страусник обыкновенный – *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod.

Семейство Телиптерисовые –

Thelypteridaceae

Телиптерис болотный – *Thelypteris palustris* Schott

ГОЛОСЕМЕННЫЕ

Семейство Кипарисовые – Cupressaceae

Можевеловый казацкий – *Juniperus sabina* L.

Таким образом, к внесению в новое издание КК СО рекомендуется один вид водорослей, 15 видов мохообразных, 13 видов папоротникообразных и один вид голосеменных. Изменения в числе рекомендуемых к охране таксонов по сравнению со вторым изданием КК СО в основном связаны с интенсификацией исследований мохообразных в регионе.

Авторы с благодарностью примут все замечания и пожелания по поводу рекомендуемых для включения в третье издание КК СО видов, а также о составе «Перечня таксонов растений и грибов, которые нуждаются в особом внимании к их состоянию в природной среде и мониторинге».

Список литературы

1. Красная книга Саратовской области : Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов : Изд-во Торг.-пром. палаты Сарат. обл., 2006. 528 с.
2. Методические рекомендации по ведению Красной книги субъекта Российской Федерации / Минприроды России. М., 2006. 20 с.
3. Архипова Е. А., Березуцкий М. А., Болдырев В. А., Буланая М. В., Буланы Ю. И., Костецкий О. В., Маевский В. В., Панин А. В., Протоклитова Т. Б., Т. Б. Решетникова, Серова Л. А., Степанов М. В., Стуков В. И., Худякова Л. П., Черепанова Л. А., Шилова И. В. Виды грибов, лишайников и растений, рекомендуемые для внесения во второе издание Красной книги Саратовской области // Поволж. экол. журн. 2006. Вып. спец. С.18–28.

УДК 581.9 (470.44)

ВИДЫ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ В ТРЕТЬЕ ИЗДАНИЕ КРАСНОЙ КНИГИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. А. Архипова¹, В. А. Болдырев¹, М. В. Буланая¹,
Ю. И. Буланы¹, С. И. Гребенюк¹, О. Н. Давиденко¹,
Т. Н. Давиденко¹, О. В. Костецкий¹, М. В. Лаврентьев¹,
В. В. Маевский, С. А. Невский¹, А. В. Панин²,
Т. Б. Решетникова¹, О. В. Седова¹, М. В. Степанов¹,
В. И. Стуков³, Л. П. Худякова⁴, Е. Н. Шевченко³, И. В. Шилова¹

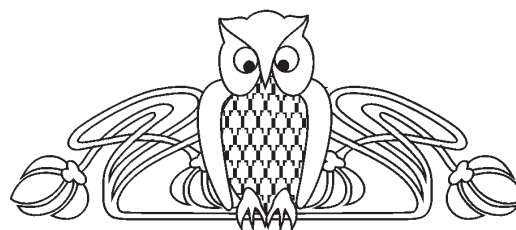
¹Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского

E-mail: biofac@sgu.ru

²Гимназия № 108, Саратов

³Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова

⁴Областной центр экологии, краеведения и туризма, Саратов



Приводится список 277 видов цветковых растений, рекомендуемых для внесения в третье издание Красной книги Саратовской области. Обосновывается необходимость расширения и изменения списка охраняемых таксонов по сравнению со вторым изданием Красной книги. Излагаются принципы отбора таксонов для внесения в третье издание.

Ключевые слова: цветковые растения, охраняемые виды, Красная книга, Саратовская область.



Flowering Plant Species to Be Included Into the Third Edition of the Red Book of Saratov Region

E. A. Arkhipova, B. A. Boldyrev, M. V. Bulanaya, Yu. I. Bulany, S. I. Grebenyuk, O. N. Davidenko, T. N. Davidenko, O. V. Kostetsky, M. V. Lavrentiev, V. V. Mayevski, S. A. Nevskiy, A. V. Panin, T. B. Reshetnikova, O. V. Sedova, M. V. Stepanov, V. I. Stukov, L. P. Khudyakova, E. N. Shevchenko, I. V. Shilova

A list of 277 flowering plant species to be included into the third edition of the Red Book of the Saratov region is proposed. The necessity to correct and extend the protected taxon list in comparison with the second edition is substantiated. Principles of taxon selection for the third edition are discussed.

Key words: flowering plants, protected species, Red Book, Saratov region.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-303-309

За десять лет, прошедших с момента выхода в свет второго издания Красной книги Саратовской области (КК СО) [1], проведены исследования состояния популяций охраняемых растений, осуществлен критический анализ списка редких и нуждающихся в охране видов. В связи с этим возникла насущная необходимость серьезного пересмотра охранного статуса видов цветковых растений для очередного издания КК СО. При работе над составлением списка и обоснованием необходимости охраны тех или иных таксонов авторы придерживались методических рекомендаций по ведению Красной книги субъекта Российской Федерации [2].

Принципы отбора видов растений для третьего издания Красной книги Саратовской области в целом аналогичны таковым, предложенным для второго издания [3].

1. Включать в список охраняемых только аборигенные виды естественных сообществ; не включать редкие адвентивные, сорные и культивируемые растения.

2. Обязательному включению подлежат виды, занесенные в Красную книгу РФ [4] и отмеченные за последние десятилетия на территории области.

3. Включать в список охраняемых только таксономически хорошо обособленные виды; из критических видов, микровидов, рас и форм включать только те, которые являются эндемичными или субэндемичными для Саратовской области.

4. Не включать редкие виды естественных биотопов, если они в настоящее время широко представлены на антропогенных местообитаниях.

5. Для видов, предлагаемых к включению в третье издание, принять категории в соответствии с Красной книгой РФ [4] (0 – вероятно

исчезнувшие; 1 – виды, находящиеся под угрозой исчезновения; 2 – сокращающиеся в численности; 3 – редкие виды; 4 – неопределенные по статусу; 5 – восстанавливаемые и восстанавливающиеся).

Список рекомендуемых к охране видов цветковых растений был дополнен по сравнению с данными второго издания КК СО [1] 34 видами, из которых пять являются новыми для флоры области (*Aeluropus pungens* (Bieb.) K. Koch, *Astragalus ceratoides* Bieb., *Petrosimonia brachyphylla* (Bunge) Pjin, *Senecio noeanus* Rupr. и *Teucrium polium* L.), для шести видов современными сборами подтверждено обитание в регионе (*Allium coeruleum* Pall., *Camphorosma lessingii* Litv., *Ceratophyllum tanaiticum* Sapjegin, *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb., *Hymenolobus procumbens* (L.) Fourr. и *Silene cretacea* Fisch. ex Spreng.), а по остальным полевые исследования последних лет указывают на уязвимость их популяций в природе и необходимость принятия специальных мер охраны. В основном пополнился список представителей галофильной и водной флоры, по которым в последние годы заметна активизация научных исследований в регионе.

Для объектов растительного мира, состояние которых вызывает опасение и требуется проведение дальнейших исследований, чтобы решить вопрос о необходимости их охраны, рекомендуем основной список дополнить отдельным Приложением «Перечень таксонов растений и грибов, которые нуждаются в особом внимании к их состоянию в природной среде и мониторинге». В этот перечень на основании данных последних лет рекомендуется перенести 13 видов цветковых растений из основного состава видов, внесенных во второе издание КК СО. Это *Alyssum tortuosum* Waldst. & Kit. ex Willd., *Astragalus dasyanthus* Pall., *Atraphaxis frutescens* (L.) K. Koch, *Campanula persicifolia* L., *Centaurea taliewii* Kleopow, *Chartolepis intermedia* Boiss., *Glycyrrhiza glabra* L., *Iris pseudacorus* L., *Nymphaea alba* L., *Potamogeton gramineus* L., *Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski, *Scolochloa festucacea* (Willd.) Link и *Viola ambigua* Waldst. & Kit. Для всех них за последние годы получена новая информация о численности и состоянии популяций на территории области. Установлено, что реальная численность и встречаемость популяций этих видов в регионе значительно выше, чем было известно при подготовке второго издания Красной книги. Таксоны из данного приложения будут нуждаться в особом внимании со стороны работников научных учреждений и природоохранных служб и будут являться реальными кандидатами на



включение в последующие издания КК СО при ухудшении условий обитания или выявлении тенденции снижения численности.

Ниже приводится список видов цветковых растений, рекомендуемых для включения в третье издание КК СО.

Список видов цветковых растений, рекомендуемых к внесению в третье издание Красной книги Саратовской области

Семейство Частуховые – Alismataceae

Звездлодник частуховый – *Damasonium alisma* Mill.

Семейство Луковые – Alliaceae

Лук голубой – *Allium caeruleum* Pall.

Л. Пачоского – *A. paczoskianum* Tuzs.

Л. Регеля – *A. regelianum* A. Beck.

Семейство Сельдерейные – Apiaceae

Вех ядовитый – *Cicuta virosa* L.

Володушка длиннолистная – *Vupleurum longifolium* L.

Гладыш прусский – *Laserpitium prutenicum* L.

Дудник лекарственный – *Angelica archangelica* L.

Палимбия солончаковая – *Palimbium salsa* (L. fil.) Besser

Прангос противозубный – *Prangos odontalgica* (Pall.) Herrnst. & Heun

Пушистоспайник длиннолистный – *Eriopogon longifolia* (Fisch. ex Spreng.) DC.

Триния Китайбея – *Trinia kitaibelii* Bieb.

Ферульник смолоносный – *Ferulago galbanifera* (Mill.) Koch

Семейство Кутровые – Araceae

Кендырь сарматский – *Trachomitum sarmatense* Woodson

Семейство Ароидные – Araceae

Белокрыльник болотный – *Calla palustris* L.

Семейство Спаржевые – Asparagaceae

Спаржа мутовчатая – *Asparagus verticillatus* L.

С. Палласа – *A. pallasii* Misch.

Семейство Астровые – Asteraceae

Бодяк венгерский – *Cirsium pannonicum* (L. fil.) Link

Б. огородный – *C. oleraceum* (L.) Scop.

Б. разнолистный – *C. heterophyllum* (L.) Hill

Василек казахский – *Centaurea kasakorum*

Пjin

В. русский – *C. ruthenica* Lam.

В. угольный – *C. carbonata* Klok.

Девясил глазковый – *Inula oculus-christi* L.

Д. песчаный – *I. sabuletorum* Czern. ex Lavr.

Козелец луговой – *Scorzonera pratorum* (Krasch.) Stank.

Кошачья лапка двудомная – *Antennaria dioica* (L.) Gaertn.

Крестовник Ное – *Senecio noeanus* Rupr.

К. приречный – *S. fluviatilis* Wallr.

Осот болотный – *Sonchus palustris* L.

Полынь солянковидная – *Artemisia salsoloides* Willd.

П. шелковистая – *A. sericea* Web.

П. широколистная – *A. latifolia* Ledeb.

Пупавка Корнух-Троцкого – *Anthemis trotzkiana* Claus

Серпуха чертополоховая – *Serratula cardunculus* (Pall.) Schischk.

Соссюрея горькая – *Saussurea amara* (L.) DC.

С. солончаковая – *S. salsa* (Pall. ex Bieb.) Spreng.

Стеммаканта серпуховидная – *Stemmacantha serratuloides* (Georgi) M. Dittrich

Семейство Берёзовые – Betulaceae

Берёза пушистая – *Betula pubescens* Ehrh.

Семейство Бурачниковые – Boraginaceae

Незабудка Попова – *Myosotis popovii* Dobroc.

Риндера четырёхщитковая – *Rindera tetraspis* Pall.

Семейство Капустные – Brassicaceae

Бурачок Ленский – *Alyssum lenense* Adams

Вечерница густоволосистая – *Hesperis matronalis* Borb. & Degen

В. печальная – *H. tristis* L.

В. сибирская – *H. sibirica* L.

Желтушник золотистый – *Erysimum aureum* Bieb.

Катран Литвинова – *Crambe litwinowii* K. Gross

Клаусия солнцелюбивая – *Clausia aprica* (Steph.) Korn.-Tr.

Клоповник Мейера – *Lepidium meyeri* Claus

К. толстолистный – *L. crassifolium* Waldst. & Kit.

Левкой душистый – *Matthiola fragrans* Bunge

Литвиновия тончайшая – *Litwinowia tenuissima* (Pall.) Woronow ex Pavl.

Многосемянник лежачий – *Hymenolobus procumbens* (L.) Fourt.

Резуха прямая – *Arabis recta* Vill.

Сердечник луговой – *Cardamine pratensis* L.

Телунгиелла солончаковая – *Thellungiella salsuginea* (Pall.) O.E.Schulz

Семейство Колокольчиковые –

Campanulaceae

Бубенчик лилиелистный – *Adenophora liliifolia* (L.) A. DC.

Колокольчик олений – *Campanula cervicaria* L.

К. широколистный – *C. latifolia* L.



Семейство Гвоздичные – Caryophyllaceae

- Гвоздика волжская – *Dianthus volgicus* Juz.
- Г. жёсткая – *D. rigidus* Bieb.
- Г. луговая – *D. pratensis* Bieb.
- Г. узкокашечная – *D. stenocalyx* Juz.
- Зорька обыкновенная – *Lychnis chalconica* L.
- Качим волжский – *Gypsophila volgensis*

A. Krasnova

Мерингия бокоцветная – *Moehringia lateriflora* (L.) Fenzl

Минуарция Регеля – *Minuartia regeliana* (Trautv.) Matf.

Пустынница Корина – *Eremogone koriniana* (Fisch. ex Fenzl) Ikonn.

Смолёвка башкирская – *Silene baschkirorum* Janisch.

С. Гельманна – *S. hellmannii* Claus

С. меловая – *S. cretacea* Fisch. ex Spreng.

Семейство Роголистниковые –

Ceratophyllaceae

Роголистник донской – *Ceratophyllum tanaeticum* Saprejin

Р. полупогружённый – *C. submersum* L.

Семейство Маревые – Chenopodiaceae

Анабазис безлистный – *Anabasis aphylla* L.

А. меловой – *A. cretacea* Pall.

А. солончаковый – *A. salsa* (C.A. Mey.) Benth. ex Volkens

Верблюдка Маршалла – *Corispermum marschallii* Stev.

Камфоросма Лессинга – *Camphorosma lessingii* Litv.

Климакоптера мясистая – *Climacoptera crassa* (Bieb.) Botsch.

К. супротивнолистная – *C. brachiata* (Pall.) Botsch.

Лебеда серая – *Atriplex cana* C.A. Mey.

Офайстон однотычинковый – *Ofaiston monandrum* (Pall.) Moq.

Петросимония коротколистная – *Petrosimonia brachyphylla* (Bunge) Iljin

П. супротивнолистная – *P. oppositifolia* (Pall.) Litv.

Сарсазан шишковатый – *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb.

Сведа вздутоплодная – *Suaeda physophora* Pall.

С. солончаковая – *S. salsa* (L.) Pall.

Солянка содоносная – *Salsola soda* L.

С. тамарисковидная – *S. tamariscina* Pall.

Семейство Ладанниковые – Cistaceae

Солнцецвет меловой – *Helianthemum cretaeum* (Rupr.) Juz. ex Dobroc.

С. монетолистный – *H. nummularium* (L.) Mill.

Семейство Ландышевые – Convallariaceae

Майник двулистный – *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt

Семейство Вьюнковые – Convolvulaceae

Вьюнок линейчатый – *Convolvulus lineatus* L.

Семейство Толстянковые – Crassulaceae

Молодило русское – *Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. & C.B. Lehm.

Семейство Осоковые – Cyperaceae

Камышевидник обыкновенный – *Scirpoides holoschoenus* (L.) Soják.

Осока Арнелла – *Carex arnellii* Christ

О. богемская – *C. bohémica* Schreb.

О. войлочная – *C. tomentosa* L.

О. волосистоплодная – *C. lasiocarpa* Ehrh.

О. Гартмана – *C. hartmanii* Cajand.

О. двутычинковая – *C. diandra* Schrank

О. прямоколосая – *C. atherodes* Spreng.

О. удлинённая – *C. elongata* L.

Пушица влагалищная – *Eriophorum vaginatum* L.

Семейство Повойничковые – Elatinaceae

Повойничек мокричный – *Elatine alsinastrium* L.

Семейство Вересковые – Ericaceae

Брусника – *Vaccinium vitis-idaea* L.

Черника – *V. myrtillus* L.

Семейство Молочайные – Euphorbiaceae

Пролесник многолетний – *Mercurialis perennis* L.

Семейство Бобовые – Fabaceae

Астрагал волжский – *Astragalus wolgensis* Bunge

А. длиннолепестный – *A. longipetalus* Chater

А. коротколопастной – *A. brachylobus* Fisch.

А. лисий – *A. vulpinus* Willd.

А. пузырчатый – *A. physodes* L.

А. роговой – *A. ceratoides* Bieb.

А. рогоплодный – *A. cornutus* Pall.

А. свёрнутый – *A. contortuplicatus* L.

А. узколистный – *A. tenuifolius* L.

А. узкорогий – *A. stenoceras* C. A. Mey.

А. Цингера – *A. zingeri* Korsh.

Горошек крупноцветковый – *Vicia grandiflora* Scop.

Златошитник сомнительный – *Chrysaspis dubia* (Sibth.) Desv.

Копеечник крупноцветковый – *Hedysarum grandiflorum* Pall.

К. Разумовского – *H. razoumovianum* Fisch. & Helm

Остролодочник колосистый – *Oxytropis spicata* (Pall.) O. & B. Fedtsch.

О. яркоцветный – *O. floribunda* (Pall.) DC.

Ракитничек австрийский – *Chamaecytisus austriacus* (L.) Link



Солодка Коржинского – *Glycyrrhiza korshinskyi* Grig.

Чина болотная – *Lathyrus palustris* L.

Семейство Франкениевые – Frankeniaceae

Франкения жестковолосистая – *Frankenia hirsuta* L.

Ф. припудренная – *F. pulverulenta* L.

Семейство Дымянковые – Fumariaceae

Хохлатка Маршалла – *Corydalis marschalliana* (Pall. ex Willd.) Pers.

Семейство Горечавковые – Gentianaceae

Горечавка лёгочная – *Gentiana pneumonanthe* L.

Г. перекрёстнолистная – *G. cruciata* L.

Золототысячник красивый – *Centaurium pulchellum* (Sw.) Druce

Семейство Гераниевые – Geraniaceae

Герань болотная – *Geranium palustre* L.

Г. богемская – *G. bohemicum* L.

Семейство Шаровниковые – Globulariaceae

Шаровница точечная – *Globularia punctata* Lapeyr.

Семейство Крыжовниковые – Grossulariaceae

Смородина щетинистая – *Ribes hispidulum* (Jancz.) Pojark.

Семейство Сланоягодниковые – Haloragaceae

Уруть мутовчатая – *Myriophyllum verticillatum* L.

Семейство Хвостниковые – Hippuridaceae

Хвостник обыкновенный – *Hippuris vulgaris* L.

Семейство Гиацинтовые – Hyacinthaceae

Гиацинтник светло-голубой – *Hyacinthella leucophaea* (C. Koch) Schur

Пролеска сибирская – *Scilla siberica* Haw.

Птицемлечник Коха – *Ornithogalum kochii* Parl.

Семейство Ирисовые – Iridaceae

Ирис безлистный – *Iris aphylla* L.

И. боровой – *I. pineticola* Klokov

И. карликовый – *I. pumila* L.

И. сибирский – *I. sibirica* L.

И. солелюбивый – *I. halophila* Pall.

И. тонколистный – *I. tenuifolia* Pall.

Шпажник тонкий – *Gladiolus tenuis* Bieb.

Семейство Ситниковые – Juncaceae

Ситник головчатый – *Juncus capitatus* Weigel

Семейство Яснотковые – Lamiaceae

Дубровник белойочный – *Teucrium polium* L.

Живучка ползучая – *Ajuga reptans* L.

Змееголовник Рюйша – *Dracosephalum ruyschiana* L.

Иссоп меловой – *Hyssopus cretaceus* Dubjan.

Мята мелкоцветковая – *Mentha micrantha* (Benth.) Litv.

Тимьян губерлинский – *Thymus guberlinensis* Iljin

Т. клоповый – *T. cimicinus* Blum ex Ledeb.

Черноголовка крупноцветковая – *Prunella grandiflora* (L.) Scholl.

Шалфей клейкий – *Salvia glutinosa* L.

Семейство Лилейные – Liliaceae

Гусиный лук краснеющий – *Gagea erubescens* (Bess.) Schult. & Schult. fil.

Рябчик русский – *Fritillaria ruthenica* Wikstr.

Р. шахматовидный – *F. meleagroides* Patrin ex Schult. & Schult. fil.

Тюльпан Геснера – *Tulipa gesneriana* L.

Т. двуцветковый – *T. biflora* Pall.

Т. поникающий – *T. patens* Agardh ex Schult. & Schult. fil.

Семейство Кермековые – Limoniaceae

Кермек опушённый – *Limonium tomentellum* (Boiss.) O. Kuntze

К. полукустарниковый – *L. suffruticosum* (L.) O. Kuntze

Семейство Льновые – Linaceae

Лён уральский – *Linum uralense* Juz.

Семейство Мелантиевые – Melanthiaceae

Брандушка разноцветная – *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng.

Чемерица чёрная – *Veratrum nigrum* L.

Семейство Вахтовые – Menyanthaceae

Вахта трёхлистная – *Menyanthes trifoliata* L.

Семейство Орхидные – Orchidaceae

Венерин башмачок настоящий – *Cypripedium calceolus* L.

Гаммарбия болотная – *Hammarbya paludosa* (L.) O. Kuntze

Гнездовка обыкновенная – *Neottia nidus-avis* (L.) Rich.

Дремлик болотный – *Epipactis palustris* (L.) Crantz

Д. зимовниковый – *E. helleborine* (L.) Crantz

Д. тёмно-красный – *E. atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Bess.

Кокушник длиннорогий – *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br.

Любка двулистная – *Platanthera bifolia* (L.) Rich.

Пальчатокоренник длиннолистный – *Dactylorhiza longifolia* (L. Neum.) Aver.

П. кровавый – *D. cruenta* (O. F. Muel.) Soó

П. мясокрасный – *D. incarnata* (L.) Soó

П. Фукса – *D. fuchsii* (Druce) Soó

Пыльцеголовник длиннолистный – *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch



- П. красный – *C. rubra* (L.) Rich.
Ятрышник болотный – *Orchis palustris* Jacq.
Я. клопоносный – *O. coriophora* L.
Я. обожжённый – *O. ustulata* L.
Я. шлемовидный – *O. militaris* L.
- Семейство Заразиховые – Orobanchaceae**
Заразиха белая – *Orobanche alba* Steph.
З. синеватая – *O. coerulescens* Steph.
- Семейство Пионовые – *Raeoniaceae*
Пион тонколистный – *Raeonia tenuifolia* L.
- Семейство Мятликовые – Poaceae**
Волоснец Пабо – *Leymus paboanus* (Claus) Pilg.
Змеёвка растопыренная – *Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng
Ковыль Залесского – *Stipa zalesskii* Wilensky
К. красивейший – *S. pulcherrima* C. Koch
К. меловой – *S. cretacea* P.A. Smirn.
К. опушённолистный – *S. dasyphylla* (Lindem.) Trautv.
К. перистый – *S. pennata* L.
К. узколистный – *S. tirsia* Stev.
Молиния голубая – *Molinia caerulea* (L.) Moench
Мятлик степной – *Poa transbaicalica* Roshev.
Овсец опушённый – *Helictotrichon pubescens* (Huds.) Pilg.
О. пустынный – *H. desertorum* (Less.) Nevski
О. Шелля – *H. schellianum* (Hack.) Kitag.
Полевичка пахучая – *Eragrostis suaveolens* A. Beck. ex Claus
Прибрежница растопыренная – *Aeluropus pungens* (Vieb.) K. Koch
Тонконог жестколистный – *Koeleria sclerophylla* P. Smirn.
Чий блестящий – *Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski
Ячмень короткоостый – *Hordeum brevisubulatum* (Trin.) Link
- Семейство Синюховые – Polemoniaceae**
Синюха голубая – *Polemonium caeruleum* L.
- Семейство Истодовые – Polygalaceae**
Истод сибирский – *Polygala sibirica* L.
- Семейство Гречишные – Polygonaceae**
Горец змеиный – *Bistorta major* S. F. Gray
Курчавка отогнутая – *Atraphaxis replicata* Lam.
- Семейство Рдестовые – Potamogetonaceae**
Рдест длиннейший – *Potamogeton praelongus* Wulf.
Р. сарматский – *P. sarmaticus* Maemets
Р. сплюснутый – *P. compressus* L.
Р. Фриса – *P. friesii* Rupr.
- Семейство Первоцветные – Primulaceae**
Кизляк кистецветный – *Naumburgia thyrsoflora* (L.) Reichenb.
- Первоцвет крупночашечный – *Primula macrocalyx* Bunge
- Семейство Грушанковые – Pyrolaceae**
Грушанка зеленоцветная – *Pyrola chlorantha* Sw.
Г. круглолистная – *P. rotundifolia* L.
Г. малая – *P. minor* L.
Зимолоубка зонтичная – *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton
- Семейство Лютиковые – Ranunculaceae**
Адонис весенний – *Adonis vernalis* L.
А. волжский – *A. wolgensis* Stev.
Борец северный – *Aconitum septentrionale* Koelle
Бушия бокоцветная – *Buschia lateriflora* (DC.) Ovcz.
Ветреница лесная – *Anemone sylvestris* L.
Живокость высокая – *Delphinium elatum* L.
Ж. клиновидная – *D. cuneatum* Stev. ex DC.
Ж. пушистоцветковая – *D. pubiflorum* (DC.) Turcz. ex Huth
Ж. сетчатоплодная – *D. dictyocarpum* DC.
Купальница европейская – *Trollius europaeus* L.
Лютик высокий – *Ranunculus lingua* L.
Прострел луговой – *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill.
П. раскрытый – *P. patens* (L.) Mill.
- Семейство Розоцветные – Rosaceae**
Гравилат речной – *Geum rivale* L.
Кизильник черноплодный – *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt
Лапчатка белая – *Potentilla alba* L.
Л. волжская – *P. vulgarica* Juz.
Л. Гольдбаха – *P. goldbachii* Rupr.
Манжетка шершавостебельная – *Alchemilla hirsuticaulis* Lindb. fil.
Сабельник болотный – *Comarum palustre* L.
Шиповник мохнатый – *Rosa villosa* L.
Ш. щитконосный – *R. corymbifera* Borkh.
- Семейство Мареновые – Rubiaceae**
Ясменник душистый – *Asperula graveolens* Bieb. ex Schult. & Schult. fil.
Я. шероховатый – *A. exasperata* V. Krecz. ex Klok.
- Семейство Руппиевые – Ruppiaaceae**
Руппия морская – *Ruppia maritima* L.
- Семейство Ивовые – Salicaceae**
Ива розмаринолистная – *Salix rosmarinifolia* L.
И. шерстистопобеговая – *S. dasyclados* Wimm.
И. Штарке – *S. starkeana* Willd.
- Семейство Норичниковые – Scrophulariaceae**
Вероника лекарственная – *Veronica officinalis* L.



Додартия восточная – *Dodartia orientalis* L.
Коровяк густоцветковый – *Verbascum densiflorum* Bertol.

К. тараканий – *V. blattaria* L.

Льнянка душистая – *Linaria odora* (Bieb.) Fisch.

Л. меловая – *L. cretacea* Fisch. ex Spreng.

Л. неполная – *L. incompleta* Kuprian.

Марьянник дубравный – *Melampyrum nemorosum* L.

Мытник болотный – *Pedicularis palustris* L.

М. вздуточашечный – *P. physocalyx* Bunge

М. мохнатоколосый – *P. dasystachys* Schrenk

Норичник растопыренный – *Scrophularia divaricata* Ledeb.

Н. сарептский – *S. sareptana* Kleop. ex Ivanina

Н. теневой – *S. umbrosa* Dumort.

Погремок малый – *Rhinanthus minor* L.

Семейство Ежеголовниковые –

Sparganiaceae

Ежеголовник малый – *Sparganium minimum* Wallr.

Семейство Гребенщиковые –

Tamaricaceae

Гребенщик рыхлый – *Tamarix laxa* Willd.

Семейство Волчегодниковые –

Thymelaeaceae

Волчегодник обыкновенный – *Daphne mezereum* L.

Семейство Валериановые – Valerianaceae

Валериана волжская – *Valeriana wolgensis*

Kazak.

В. русская – *V. rossica* P. Smirn.

Семейство Фиалковые – Violaceae

Фиалка донская – *Viola tanaitica* Grosset

Ф. приятная – *V. suavis* Bieb.

Ф. сверху-голая – *V. epipsila* Ledeb.

Семейство Заннихеллиевые – Zannichelliaceae

Заннихеллия болотная – *Zannichellia palustris* L.

Многоаспектная деятельность по ведению КК СО была и остается основой для объединения интересов, ресурсов и возможностей государственных природоохранных и образовательных учреждений, общественных организаций, а также частных лиц.

Авторы с благодарностью примут все замечания и пожелания по поводу рекомендуемых для включения в третье издание КК СО видов цветковых растений, а также о составе «Перечня таксонов растений и грибов, которые нуждаются в особом внимании к их состоянию в природной среде и мониторинге».

Список литературы

1. Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов : Изд-во Торг.-пром. палаты Сарат. обл., 2006. 528 с.
2. Методические рекомендации по ведению Красной книги субъекта Российской Федерации / Минприроды России. М., 2006. 20 с.
3. Архипова Е. А., Березуцкий М. А., Болдырев В. А., Буланая М. В., Буланы Ю. И., Костецкий О. В., Маевский В. В., Панин А. В., Протоклитова Т. Б., Решетникова Т. Б., Серова Л. А., Степанов М. В., Стуков В. И., Худякова Л. П., Черепанова Л. А., Шилова И. В. Виды грибов, лишайников и растений, рекомендуемые для внесения во второе издание Красной книги Саратовской области // Поволж. экол. журн. 2006. Вып. спец. С.18–28.
4. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М. : Т-во науч. изд. КМК, 2008. 855 с.

УДК [591.9+595.7](470.44)

РЕДКИЕ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ ВИДЫ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ, ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ В ТРЕТЬЕ ИЗДАНИЕ КРАСНОЙ КНИГИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М. В. Ермохин¹, Н. А. Евдокимов²

¹Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского

²Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова

E-mail : ecoton@rambler.ru

По результатам многолетних исследований, проведенных в 2006–2015 гг., проанализирован перечень видов водных бес-

позвоночных и амфибиотических насекомых. Показано влияние трансформации климата и изменения гидрологического режима на состояние водных экосистем и популяции таких видов. Определены ключевые факторы, вызывающие негативные последствия для экосистем рек, пойменных озер и временных водоемов, служащих биотопами редких и исчезающих видов гидробионтов. Обоснована необходимость включения в третье издание Красной книги Саратовской области 19 видов водных и





амфибиотических беспозвоночных, а также изменения природоохранного статуса некоторых таксонов.

Ключевые слова: медицинская пиявка, голые жаброноги, щитни, стрекозы, природоохранный статус.

The Rare and Endangered Species of Water Invertebrates Offered for Inclusion in the Third Edition of the Red Book of the Saratov Region

M. V. Yermokhin, N. A. Yevdokimov

The list of species of water invertebrates and the amphibiotic insects is analysed by results of the long-term researches in 2006 – 2015. Effects of climate transformation and change of the hydrological treatment on a condition of water ecosystems and population of such species are shown. The key factors causing negative consequences for ecosystems of the rivers, floodplain lakes and temporary waterbodies serving as biotopes of rare and endangered species of hydrobionts are defined. Need of inclusion in the third edition of the Red Book of the Saratov region of 19 hydrobiont and the amphibiotic species of invertebrates, and also changes of the environmental protection status of some taxons are proved.

Key words: medical leach, fairy shrimps, tadpole shrimps, environmental protection status.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-309-313

Фауна гидробионтов многих типов водных экосистем Саратовской области была объектом особого внимания исследователей в течение последних лет [1–8]. Многолетние исследования на данной территории позволяют осуществлять не только кадастровые проекты [2, 3, 6], но и мониторинг изменения фауны в меняющихся условиях среды [1, 7–10]. Динамика подобных изменений сопряжена, прежде всего, с существенной трансформацией климата, которая стала более интенсивной с середины XX в. и продолжается до сих пор [9, 10]. Обнаруженные изменения проявились в увеличении среднегодовой и среднесезонной температуры воздуха, а также в возрастании аридизации климата на юго-востоке европейской части России.

В течение первых десятилетий XXI в. климатические изменения стали одним из ведущих факторов трансформации среды обитания как наземных, так и амфибиотических животных, имеющих хотя бы одну стадию развития, протекающую в составе водных экосистем. К основным параметрам среды гидробионтов, подвергшимся изменениям в результате локальных проявлений процесса глобального потепления, следует относить заметные изменения в температурном режиме водоемов. Различные типы экосистем в разной степени оказались трансформированными в подобных условиях.

Для водных экосистем в целом характерно резкое снижение водности, которое связано с

достижением ими минимума данного показателя в рамках так называемого цикла Брикнера (продолжительность цикла 36–38 лет). Следует отметить, что обычно подобные минимумы сопровождаются последовательностью из двух аномально жарких и сухих лет с малоснежной зимой и засушливым летом. Подобные погодноклиматические явления дважды наблюдались в течение XX в. (в середине 1930-х и в середине 1970-х гг.). В течение 2009–2011 гг. наступил очередной минимум данного цикла, который продолжался три года, а его последствия для многих типов водных экосистем не преодолены до сих пор.

Наибольшим изменениям температурного и гидрологического режима оказались подвержены малые водные экосистемы: реки, пойменные озера и временные водоёмы. В речных экосистемах снижение водности проявилось в уменьшении максимального подъема уровня воды в период весеннего половодья. Аномально низкие паводки, происходившие во второй половине XX в. один раз в 3–4 года [8], в течение первых десятилетий XXI в. повторяются в три раза чаще. Это позволяет утверждать, что на реках юго-востока европейской части России паводок как часть годового гидрологического цикла малых и средних рек деградирует [11]. Сложившаяся гидрологическая обстановка привела к существенному обмелению многих рек и увеличению прогревания их водных масс в летний период и, как следствие, к ухудшению кислородного режима. Произошедшие изменения в период с 2008 по 2015 г. имеют характер устойчивого тренда. Основным результатом действия такого сочетания экологических факторов следует признать резкое ухудшение условий обитания личинок реофильных насекомых, относящихся к видам, занесенным в Красную книгу Саратовской области [12].

Второе существенное последствие снижения водности рек – резкое снижение частоты паводков, заливающих поймы [11]. В совокупности с сокращением запасов воды в снежном покрове в зимний период, уменьшением глубины промерзания почвы [10] и падением уровня грунтовых вод, что привело к резкому снижению продолжительности водной фазы (гидропериода) пойменных озёр как основного типа водоемов в поймах рек. Более 80% таких водоемов, по существу, стали временными с продолжительностью гидропериода менее двух месяцев [13]. Сокращение величины гидропериода привело к деградации популяций многих видов гидробионтов, обитавших в пойменных озёрах и имевших продолжительные жизненные циклы, включав-



шие один и более периодов зимовки. К числу наиболее пострадавших видов, по существу утративших значительную часть своих местообитаний, следует отнести пиявку медицинскую, дозорщика-повелителя, коромысло большое, коромысло синее, стрекоза перевязанная.

Вторым типом водных экосистем, претерпевших к настоящему времени катастрофические изменения следует считать временные водоёмы. С одной стороны, их количество резко сократилось из-за последовательности относительно малоснежных зим, с другой – формирующиеся в локальных понижениях местности временные водоёмы отличались аномально низкой продолжительностью гидропериода (менее двух месяцев, по сравнению с 4–6 мес. в 1990–2008 гг.) и существенным перегревом водной массы на заключительных этапах существования.

Перечисленные выше проявления трансформации этого типа экосистем значительно снизили вероятность завершения жизненного цикла у многих видов гидробионтов, в частности у требующих относительно длительного времени существования временного водоёма голых жаброногов и щитней. Так, продолжительность жизни видов голых жаброногов составляет до 50 сут. у короткоциклических видов (*Branchinecta minuta*, *Drepanosurus birostratus*) до 60–80 сут у 8 видов с более продолжительным периодом развития (*Streptocephalus torvicornis*, *Tanymastix stagnalis*, *Branchipus schaefferi*, *Branchinecta ferox*, *B. orientalis*, *Chirocephalus horribilis*, *Pristicephalus josephinae*) [6, 14, 15]. Уязвимость популяций большинства видов этого отряда, а также щитней, и необходимость в специальных мерах по их охране была обоснована ранее многими исследователями [6, 16, 17]. Сокращение гидропериода временных водоёмов ведет к очевидному истощению запаса покоящихся стадий развития в грунтах («банка яиц») на значительной части территории Саратовской области, особенно в Правобережье. Кроме того, перегрев водоёмов перед их пересыханием ведет к существенному сокращению плодовитости этих ракообразных [6].

Третьим значительным последствием снижения количества временных водоёмов и продолжительности их гидропериода следует признать резкое уменьшение численности популяций двукрылых насекомых (прежде всего, семейства Culicidae), что подрывает кормовую базу многих представителей отряда Стрекозы, а также насекомоядных видов птиц. Снижение количественных показателей пищевой базы стрекоз в период существования имаго в условиях

воздушной среды, очевидно, может вести к сокращению плодовитости самок и, как следствие к существенному уменьшению численности личинок следующего поколения в составе водных экосистем. В результате многолетнего действия сочетания перечисленных выше факторов численность популяций как обычных массовых, так и редких видов реофильных и лимнофильных видов стрекоз сократилась в 3–10 раз.

Существенное изменение гидрологического режима на водосборах и в поймах рек и формирование в 2006–2015 гг. устойчивой многолетней тенденции к аридизации территории Саратовской области ведет к трансформации многих типов пресноводных экосистем, в том числе служащих местообитанием редких и исчезающих видов гидробионтов, занесенных в Красную книгу Саратовской области [12]. Сложившаяся погодно-климатическая обстановка, а также результаты исследований проведенных в течение последнего десятилетия [12, 15], определяют необходимость уточнения или пересмотра природоохранного статуса некоторых видов. Наибольшие изменения требуются при определении статуса голых жаброногов, щитней и некоторых видов стрекоз.

В повышении природоохранного статуса нуждаются 4 вида гидробионтов: один вид пиявок (*Hirudo medicinalis*), два вида голых жаброногов (*Chirocephalus horribilis*, *Branchipus schaefferi*) и один вид щитней (*Lepidurus apus*). Сохранение установленного природоохранного статуса целесообразно для 6 видов голых жаброногов (*Tanymastix stagnalis*, *Branchinecta orientalis*, *Branchinecta ferox*, *Pristicephalus josephinae*, *Branchinecta minuta*, *Pristicephalus shadini*) и 6 видов стрекоз (*Calopteryx splendens*, *Calopteryx virgo*, *Anax imperator*, *Aeschna grandis*, *Aeschna cyanea* и *Sympetrum pedemontanum*). Для некоторых видов гидробионтов возможно понижение природоохранного статуса, поскольку численность их популяций оказалась относительно стабильной (*Triops cancriformis*) или были выявлены новые, ранее не известные на территории Саратовской области, места обитания (*Streptocephalus torvicornis*). Два вида гидробионтов предлагается исключить из числа охраняемых, поскольку численность их популяций оказалась менее чувствительной к трансформации водных экосистем в условиях изменения климата и снижения уровня антропогенного воздействия в результате хозяйственной деятельности человека (ручейники власотел пластинчатый – *Ithytrichia lamellatus* Eaton и ручейник черноголовый – *Limnephilus nigriceps* Zet.).



Таким образом, по результатам анализа современного географического распространения и состояния популяций редких и исчезающих беспозвоночных животных в третье издание Красной книги Саратовской области предлагается внести 19 видов гидробионтов, в том числе один вид пиявок, 10 видов голых жаброногов, 2 вида щитней и 6 видов стрекоз. Четыре вида беспозвоночных (3 вида ракообразных и один вид стрекоз) необходимо внести в перечень организмов, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде (Приложение).

Водные беспозвоночные Саратовской области, рекомендуемые к внесению в третье издание Красной книги Саратовской области

КЛАСС ПИЯВКИ – HIRUDINEA

ОТРЯД ЧЕЛЮСТНЫЕ ПИЯВКИ – GNATOBDELLIDA

Семейство Hirudinidae

Пиявка медицинская – *Hirudo medicinalis* L., 1758

КЛАСС РАКООБРАЗНЫЕ – CRUSTACEA

Подкласс Жаброногие раки – Branchiopoda

ОТРЯД ГОЛЫЕ ЖАБРОНОГИ – ANOSTRACA

Семейство Стрептоцефалиды – Streptocephalidae

Стрептоцефал грозногорый – *Streptocephalus torvicornis* Waga, 1842

Семейство Жаброноги – Branchipodidae

Танимастикс прудовый – *Tanymastix stagnalis* Linne, 1758

Жаброног Шеффера – *Branchipus schaefferi* Fischer, 1834

Семейство Бранхинектиды – Branchinectidae

Бранхинекта маленькая – *Branchinecta minuta* S. Smirnov, 1948

Бранхинекта восточная – *Branchinecta orientalis* G.O. Sars, 1901

Бранхинекта дерзкая – *Branchinecta ferox* Milne-Edwards, 1840

Семейство Хироцефалиды – Chirocephalidae

Хироцефал паразитический – *Chirocephalus horribilis* S. Smirnov, 1948

Пристицефал Жозефины – *Pristicephalus josephinae* Grube, 1853

Пристицефал Жадина – *Pristicephalus shadini* (S. Smirnov, 1928)

Дрепанозур двурогий – *Drepanosurus birostratus* Fischer, 1851

ОТРЯД ЩИТНИ – NOTOSTRACA

Щитень летний – *Triops cancriformes* Bosc

Щитень весенний – *Lepidurus apus* L.

КЛАСС НАСЕКОМЫЕ – INSECTA

ОТРЯД СТРЕКОЗЫ – ODONATA

Семейство Красотки – Calopterigidae

Красотка блестящая – *Calopteryx splendens* Harris.

Красотка девушка – *Calopteryx virgo* L., 1758

Семейство Коромысла – Aeschnidae

Дозорщик-повелитель – *Anax imperator* Leach

Коромысло большое – *Aeschna grandis* L., 1758

Коромысло синее – *Aeschna cyanea* (Mull.)

Семейство Настоящие стрекозы – Libellulidae

Стрекоза перевязанная – *Sympetrum pedemontanum* (Allioni)

Перечень видов водных беспозвоночных, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде (проект приложения 3 к Красной книге Саратовской области)

БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ

КЛАСС РАКООБРАЗНЫЕ – CRUSTACEA

Подкласс Жаброногие раки – Branchiopoda

ОТРЯД РАКОВИННЫЕ РАЧКИ – CONCHOSTRACA

Семейство Цизициды – Cyzicidae

1. Цизикус четырехусый – *Cysicus tetracerus* Krynicki, 1830.

Семейство Линцеиды – Lynceidae

2. Линцей расщепленнохвостый *Lynceus brachyurus* O.F. Muller, 1776.

Семейство Лептестерииды – Leptesteriidae

3. Лептестерия дагская *Leptestheria dahalensis* (Ruppel, 1837)

КЛАСС НАСЕКОМЫЕ – INSECTA

ОТРЯД СТРЕКОЗЫ – ODONATA

Семейство Коромысла – Aeschnidae

4. Коромысло голубое *Aeschna juncea* L., 1758.

Список литературы

1. Воронин М. Ю., Ермохин М. В. Стабильность онтогенеза амфипод (Crustacea, Amphipoda) и перспективы ее использования в биомониторинге экосистем водоемов-охладителей АЭС // Поволж. экол. журн. 2004. № 2. С. 123–131.
2. Воронин М. Ю., Ермохин М. В. Видовой состав бентоса водоема-охладителя Балаковской АЭС и прилегающих водоемов // Биоресурсы и биоразнообразие экосистем Поволжья : материалы междунар. совещ., посвящ. 10-летию Саратовского филиала Ин-та проб-



- лем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН. Саратов, 2005. С. 214–216.
3. Евдокимов Н. А., Ермохин М. В. Ракообразные зоопланктона временных водоемов Саратовской области на территории различных природных зон // Биология внутренних вод. 2009. № 1. С. 62–69.
 4. Евдокимов Н. А., Ермохин М. В. Типология временных водоемов и влияние их параметров на видовой состав ракообразных зоопланктона // Биология внутренних вод. 2009. № 2. С. 71–78.
 5. Евдокимов Н. А., Ермохин М. В. Влияние гидрологических и морфометрических параметров временных водоемов на структуру и количественное развитие рачкового зоопланктона // Биология внутренних вод. 2009. № 3. С. 61–67.
 6. Евдокимов Н. А. Экологическая структура зоопланктона временных водоемов Саратовской области : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саратов, 2006. 24 с.
 7. Ермохин М. В. Методы изучения потоков вещества и энергии, формируемых животными между водными и наземными экосистемами в долинах рек // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана. Ярославль : Филигрань, 2014. С. 42–56.
 8. Ермохин М. В. Экологическая структура маргинальных участков речных биоценозов в переходной зоне вода – суша : дис. ... канд. биол. наук. Саратов, 2000. 192 с.
 9. Табачишин В. Г., Мосолова Е. Ю., Ермохин М. В. Фенология прилёта чёрного стрижа *Arus arus* в город Саратов // Русский орнитол. журн. 2014. Т. 23, вып. 1015. С. 1937–1942.
 10. Ермохин М. В., Табачишин В. Г., Иванов Г. А. Фенологические изменения зимовки чесночницы обыкновенной – *Pelobates fuscus* Pelobatidae, Amphihilos в условиях трансформации климата на севере Нижнего Поволжья // Поволжск. экол. журн. 2016. №2. С. 167–185.
 11. Киреева М. Б. Водный режим рек бассейна Дона в условиях меняющегося климата : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 2013. 24 с.
 12. Ермохин М. В., Евдокимов Н. А. Редкие и исчезающие виды водных беспозвоночных на страницах Красной Книги Саратовской области // Поволж. экол. журн. 2006. Спец. вып. С. 41–46.
 13. Ермохин М. В., Табачишин В. Г., Иванов Г. А. Оптимизация методики учета земноводных заборчиками с ловчими цилиндрами // Проблемы изучения краевых структур биоценозов : материалы 3-й Междунар. науч. конф. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2012. С. 157–163.
 14. Евдокимов Н. А., Ермохин М. В. Фауна голых жаброногов (Crustacea, Anostraca) Саратовской области // Охрана растительного и животного мира Поволжья и сопредельных территорий : материалы Всерос. науч. конф. Пенза : Изд-во Пенз. гос. пед. ун-та, 2003. С. 200–202.
 15. Ермохин М. В. Новые виды голых жаброногов в Саратовской области // Фауна Саратовской области. Проблемы сохранения редких и исчезающих видов. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1996. Т. 1, вып. 2. С. 83–84.
 16. Вехов Н. В. Программа и методика сбора информации по редким видам щитней и жаброногов, предлагаемым к включению в Красную книгу // Редкие и нуждающиеся в охране животные : материалы к Красной книге / ЦНИЛ Главохоты РСФСР. М., 1989. С. 68–70.
 17. Красная книга Саратовской области : Растения, грибы, лишайники. Животные. Саратов : Кн. изд-во «Детская книга», 1996. 264 с.

УДК 595.789

ВИДЫ НАЗЕМНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ В НОВОЕ ИЗДАНИЕ КРАСНОЙ КНИГИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В. В. Аникин¹, А. С. Сажнев²

¹Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: anikinvasiliiv@mail.ru

²Институт биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина РАН, Борок Ярославской области
E-mail: sazh@list.ru

В статье приведены данные о редких и исчезающих видах наземных групп беспозвоночных рекомендуемые для внесения в третье издание Красной книги Саратовской области (КК СО). Перечислены также виды, которые следует вывести из перечня охраняемых по ряду сложившихся причин. Приведены основные публикации за истекшие 10 лет с момента выхода второго изда-

ния КК СО по динамике численности и распространению охраняемых видов на территории области.

Ключевые слова: беспозвоночные, насекомые, Insecta, охрана природы, региональная Красная книга, Поволжье, Россия.

The Recommended Species of Terrestrial Invertebrates for Including in the New Edition of the Red Book of Saratov Province

V. V. Anikin, A. S. Sazhnev

In article gave the information of rare and endangered species of terrestrial groups of invertebrates recommended for including in the





third edition of the Red book of the Saratov Province (RBSP). Also lists species that should be removed from the list of protected species for several established reasons. The main publications over the past 10 years from the time of release the second edition of RBSP on the population dynamics and distribution of endangered species in the region.

Key words: invertebrate, Insects, conservancy, regional Red Book, Povolzhje, Russia.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-313-318

Введение

Прошло десять лет с момента выхода в свет второго издания Красной книги Саратовской области [1]. За истекшее время на территории области произошли заметные изменения в фауне по целому ряду редких и охраняемых видов. Значительные подвижки в составе фауны и численности видов наземных групп беспозвоночных животных связаны с климатическими перестройками в регионе, что в первую очередь привело к изменению временных сроков весенних, летних и осенних фенофаз развития растительности и трофически связанных с нею многих групп беспозвоночных [2]. Это, в свою очередь, вызвало миграционные процессы в фауне: как приток «новых» видов, так и отток оседлых видов, резкое понижение их популяционной численности [3–6].

Настоящая статья служит преддверием для утверждения списка видов наземных групп беспозвоночных, требующих особого статуса охраны и внесения их в третье издание Красной книги Саратовской области.

Материалы и методы

Для отслеживания динамики численности охраняемых видов наземных групп беспозвоночных, включенных во второе издание Красной книги Саратовской области [1], проводились многочисленные экспедиционные выезды энтомологов – сотрудников биологического факультета Саратовского национального исследовательского университета в различные районы нашей области в весенне-летний, летний и летне-осенний периоды с 2007 по 2015 год. Все поездки осуществлялись за счет средств участников экспедиций. Для учета видового состава и численности особей в популяциях использовались стандартные энтомологические и экологические методы наблюдений «дневной» и «ночной» фауны различных отрядов насекомых, отслеживались перемещения видов в местах их обитания [7, 8].

Наработанный материал позволил авторскому коллективу установить современные тенденции изменения состава фауны, распространение ряда видов в области и численность их популяций [9–23].

Результаты и их обсуждение

В первом издании Красной книги Саратовской области в 1996 г. были помещены видовые очерки по 61 виду наземных беспозвоночных. Во втором издании этот список был расширен и насчитал 99 видов наземных беспозвоночных фауны Саратовской области, относящихся к 2 классам, 8 отрядам, 39 семействам и 74 родам.

В третье издание Красной книги Саратовской области предлагается включить 111 видов (выводится скорпион – *Buthus occitanus* (Amoreux, 1789), так как поменялся видовой статус, и вносятся впервые – 8 видов).

Список видов наземных беспозвоночных, рекомендуемых к внесению в 3-е издание Красной книги, ранее включенных во 2-е издание

КЛАСС ПАУКООБРАЗНЫЕ

Галеод обыкновенный – *Galeodes araneoides* (Pallas, 1772);

Кругопряд лобата – *Agriope lobata* (Pallas, 1772).

КЛАСС НАСЕКОМЫЕ

Богомол пятнистонадкрылый – *Iris oratoria* Linnaeus, 1758;

Богомол короткокрылый – *Bolivaria brachyptera* (Pallas, 1773);

Эмпуза перистоусая – *Empusa pennicornis* (Pallas, 1773);

Осмил желтоголовый – *Osmylus fulvicephalus* (Scopoli, 1763);

Муравьиный лев большой – *Acanthaclisis ocitanica* (Villers, 1789);

Аскалаф пестрый – *Libelloides macaronius* (Scopoli, 1763);

Дыбка степная – *Saga pedo* (Pallas, 1771); Севчук Лаксмана – *Onconotus laxmanni* (Pallas, 1771);

Красотел пахучий – *Calosoma sycophanta* (Linnaeus, 1758);

Красотел малый – *Calosoma inquisitor* (Linnaeus, 1758);

Жужелица окаймленная – *Carabus marginalis* Fabricius, 1794;

Жужелица венгерская – *Carabus hungaricus scythus* Motschulsky, 1847;

Жужелица бессарабская – *Carabus bessarabicus concretus* Fischer von Waldheim, 1823;

Жук-олень – *Lucanus cervus* (Linnaeus, 1758);

Омиас бородавчатый – *Omius verruca* (Steven, 1829);

Слоник острокрылый – *Euidosomus acuminatus* Boheman, 1840;



- Стефаноклеонус четырехпятнистый – *Stephanocleonus tetragrammus* (Pallas, 1781);
 Неполнокрыл большой – *Necydalis major* Linnaeus, 1758;
 Краснокрыл будензис – *Purpuricenus budensis* (Gotz, 1783);
 Хрущ мраморный – *Polyphylla fullo* (Linnaeus, 1758);
 Жук-носорог – *Oryctes nasicornis* (Linnaeus, 1758);
 Отшельник пахучий – *Osmoderma barnabita* Motschulsky, 1845; = *eremita* auct., part.;
 Бронзовка гладкая – *Netocia aeruginosa* (Drury, 1770);
 Афодий двупятнистый – *Aphodius bimaculatus* (Lachmann, 1770);
 Пестрянка юго-восточная – *Zygaena sedi* Fabricius, 1787;
 Пестрянка астрагаловая – *Zygaena carniolica* (Scopuli, 1763);
 Пестрянка васильковая – *Zygaena centaureae* (Fischer de von Waldheim, 1832);
 Толстоголовка серо-бурая – *Pyrgus sidae* (Esper, 1782);
 Аполлон – *Parnassius apollo* (Linnaeus, 1758);
 Мнемозина – *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758);
 Поликсена – *Zerynthia polyxena* (D. et S., 1775);
 Хвостоносец Махаон – *Papilio machaon* Linnaeus, 1758;
 Хвостоносец Подалирий – *Iphiclides podalirius* (Linnaeus, 1758);
 Зорька белая волжская – *Euchloe ausonia volgensis* Krulikovsky, 1897;
 Зорька эуфема – *Zegris eupheme* (Esper, 1804);
 Белянка степная – *Pontia chloridice* (Hübner, 1813);
 Ленточник тополевый большой – *Limenitis populi* (Linnaeus, 1758);
 Радужница большая – *Apatura iris* (Linnaeus, 1758);
 Шашечница Матурна – *Hypodryas maturna* (Linnaeus, 1758);
 Сатир Климена – *Esperarge climene* (Esper, 1783);
 Сатир Фрина – *Triphysa phryne* (Pallas, 1771);
 Сатир Афра – *Proterebia afra* (Fabricius, 1787);
 Бархатница волжская – *Hipparchia volgensis* (Maz.-Porsh., 1952);
 Сатир Тарпея – *Oeneis tarpeia* (Pallas, 1771);
 Сатир железный – *Hipparchia statilinus* (Hufnagel, 1766);
 Сатир Цирцея – *Brintesia circe* (Fabricius, 1775);
 Сенница Леандр – *Coenonympha leander* (Esper, 1784);
 Каллимах – *Tomares callimachus* (Eversmann, 1848);
 Голубянка Пилаон – *Plebeius pylaon* (Fischer de Waldheim, 1832);
 Голубянка циане – *Polyommatus cyane* (Eversmann, 1837);
 Голубянка дамоне – *Agrodiaetus damone* (Eversmann, 1841);
 Голубянка степная угольная – *Neolycaena rhymnus* (Eversmann, 1832);
 Люцина – *Hamearis lucina* (Linnaeus, 1758);
 Коконопряд пырейный – *Malacosoma franconicum* (D. et S., 1775);
 Коконопряд тополеволистный – *Gastropacha populifolia* (Esper, 1783);
 Коконопряд лунчатый – *Gastropacha lunigera* (Esper, 1784);
 Шелкопряд салатный – *Lemonia dumi* (Linnaeus, 1761);
 Шелкопряд одуванчиковый – *Lemonia taraxaci* (D. et S., 1775);
 Бражник вьюнковый – *Agrius convolvuli* (Linnaeus, 1758);
 Бражник дубовый – *Marumba quercus* (D. et S., 1775);
 Бражник Прозерпина – *Proserpinus proserpina* Pallas, 1772;
 Бражник карликовый – *Sphingonaepiopsis gorgoniades* (Hübner, 1819);
 Бражник Кроатика – *Hemaris croatica* (Esper, 1779);
 Совка шпорниковая – *Periphanes delphinii* (Linnaeus, 1758);
 Совка орденская лента малиновая – *Catocala sponsa* (L., 1767);
 Совка орденская лента голубая – *Catocala fraxini* (Linnaeus, 1758);
 Павлиноглазка рыжая – *Aglia tau* (Linnaeus, 1758);
 Павлиний глаз малый ночной – *Eudia pavonia* (Linnaeus, 1761);
 Медведица красноточечная – *Utetheisa pulchella* (Linnaeus, 1758);
 Медведица-госпожа – *Callimorpha dominula* (Linnaeus, 1758);
 Медведица Гера – *Euplagia quadripunctaria* (Poda, 1761);
 Медведица желтоватая – *Arctia flavia* (Fuessl., 1779);
 Эверсманния экзорната – *Eversmannia exornata* (Eversmann, 1837);
 Пяденица цветочная Меха – *Eupithecia moecha* Dietre, 1904;



Рогохвост большой хвойный – *Sirex gigas* (Linnaeus, 1758);

Оруссус паразитический – *Orussus abietinus* (Scopoli, 1763);

Рофитоидес серый – *Rophitoides canus* (Eversmann, 1852);

Мелитурга булавоусая – *Melitturga clavicornis* (Latreille, 1806);

Парнопес крупный – *Parnopes grandior* Pallas, 1771;

Пчела-плотник – *Xylocopa valga* Gerstaecker, 1872;

Шмель моховой – *Bombus muscorum* (Fabricius, 1775);

Шмель изменчивый – *Bombus proteus* Gerstaecker, 1869;

Шмель лезус – *Bombus laesus* F. Morawitz, 1875;

Шмель пластинчатозубый – *Bombus serrisquamata* F. Morawitz, 1888;

Шмель необычный – *Bombus paradoxus* Dalla Tore, 1882;

Шмель армянский – *Bombus armeniacus* Radoszkowski, 1877;

Шмель глинистый – *Bombus argillaceus* (Scopoli, 1763);

Шмель степной – *Bombus pomorum* (Panzer, 1805);

Шмель фрагранс (душистый) – *Bombus fragrans* (Pallas, 1771);

Мегахила округлая – *Megachile rotundata* (Fabricius, 1787);

Сколия гигант – *Scolia maculata* Drury, 1773;

Сколия степная – *Scolia hirta* Schranck, 1781.

Список видов наземных беспозвоночных, вносимых в Красную книгу впервые

КЛАСС ПАУКООБРАЗНЫЕ

Средиземноморский скорпион – *Mesobutus eurus* (C. L. Koch, 1839).

КЛАСС НАСЕКОМЫЕ

Ксилокопа карликовая – *Xylocopa iris* (Christ, 1791);

Пустынная саранча – *Asiotmethis tauricus* (Tarbinski, 1949);

Мотылек окончатый – *Thyris fenestrella* (Scopoli, 1763);

Совка розовая – *Aedophron rhodites* (Eversmann, 1851);

Навозничек Исаева – *Aphodius isajevi* (Kaba-kov, 1994);

Ропалопус Фишера – *Ropalopus insubricus fischeri* Krynicky, 1829;

Пестряк изменчивый – *Gnorimus variabilis* (Linnaeus, 1758).

Дополнение обусловлено новыми данными по распространению редких видов на территории Саратовской области с низкой или нестабильной численностью популяций.

В особый обширный перечень нового издания Красной книги предлагается включить таксоны и популяции беспозвоночных, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде на территории Саратовской области. К их числу отнесено 22 вида.

Аннотированный перечень видов насекомых, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде

КЛАСС НАСЕКОМЫЕ

Тафоксенус гигантский – *Taphoxenus gigas* (Fischer von Waldheim, 1823);

Хищник мохнатый – *Emus hirtus* (L., 1758);

Рогач однорогий – *Sinodendron cylindricum* (L., 1758);

Землерой многорогий – *Ceratophyus policeros* (Pallas, 1771);

Копр лунный – *Copris lunaris* (L., 1758);

Бронзовка сомнительная – *Potosia fieberi boldyrevi* Jacobson, 1909;

Восковик полосатый – *Trichius fasciatus* (L., 1758);

Усач Келлера – *Purpuricenus kaehleri* (L., 1758);

Усач-кожевник – *Prionus coriarius* (L., 1758);

Доркадион краснолобый – *Dorcadion glycyrrhizae striatum* (Göze, 1777);

Лептура красногрудая – *Leptura thoracica* Creutzer, 1799;

Пестрянка желтовато-зеленая – *Jordanita chloros* (Hübner, 1813);

Пестрянка зеленая – *Jordania budensis* (Speyer et Speyer, 1858);

Мнемозина – *Parnassius mnemosyne* (L., 1758);

Сенница Геро – *Coenonympha hero* (L., 1761);

Голубянка целестина – *Neolysandra coelestinus* (Ev., 1843);

Шмелевидка жимолостевая – *Hemaris fuciformis* (L., 1758);

Шмелевидка скабиозовая – *Hemaris tityus* (L., 1758);

Бражник сиреневый – *Spinx ligustri* L., 1758;

Медведица-хозяйка – *Pericalia matronula* (L., 1758);

Медведица Геба – *Ammobiota festiva* (Hufnagel, 1766);

Ксилокопа фиолетовая – *Xylocopa violaceae* (L., 1758).



Следует отметить, что вышеуказанный список не является законодательным актом об охране этих видов, а служит ориентиром для дальнейшего наблюдения за стабильностью численности популяций этих животных.

Представленный список видов наземных беспозвоночных, рекомендуемых для внесения в 3-е издание Красной книги Саратовской области, позволяет говорить о том, что еще достаточно большой спектр животных находится в крайне тяжелом положении, особенно группа степных видов. Проведенные специальные изыскания по этим видам свидетельствуют о появлении новых тенденций в подвижке основных элементов многих наземных экосистем, связанных с климатическими изменениями в Поволжском регионе, крайне отрицательными в степном биогеоценозе нашей страны.

Список литературы

1. Красная книга Саратовской области. Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов : Изд-во Торг-пром. палаты Саратов. обл., 2006. 528 с.
2. Аникин В. В., Сажнев А. С., Мосолова Е. Ю., Шляхтин Г. В. Находки редких и охраняемых насекомых и птиц в лесостепной зоне Саратовской области в 2012 г. // Лесостепь Восточной Европы : структура, динамика и охрана : сб. ст. междунар. науч. конф., посвящ. 140-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (г. Пенза, 10–13 июня 2013 г.). Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. С. 268–269.
3. Ковалев А. В., Коваленко Я. Н., Крюков И. В., Марусов А. А., Потанин Д. В., Сажнев А. С. Интересные и новые для фауны Саратовской области находки жесткокрылых (Coleoptera) // Эверсманния. Энтомологические исследования в России и соседних регионах. Вып. 27–28. Тула, 2011. С. 56–61.
4. Аникин В. В., Золотухин В. В., Сачков С. А. Предложение к новому списку Красной книги России : степные насекомые Поволжья // Степной бюл. 2013. № 37. С. 58–63.
5. Шляхтин Г. В., Аникин В. В., Мосолова Е. Ю. Изменение климата и биоразнообразия животного мира севера Нижнего Поволжья // Вестн. Тамбов. ун-та. Сер. Естественные и технические науки. 2013. Т. 18, вып. 3. С. 922–927.
6. Сажнев А. С., Халилов Э. С. *Aphodius isajevi* Kabakov, 1994 (Coleoptera: Scarabaeidae) – новый вид для фауны Саратовской области // Эверсманния. Энтомологические исследования в России и соседних регионах. Вып. 38. Тула, 2014. С. 42.
7. Аникин В. В. Пространственная организация популяции *Parnassius apollo* (L., 1758) (Lepidoptera, Papilionidae) на участке лес–меловая степь национального парка «Хвалынский» // Теоретические проблемы экологии и эволюции : материалы VI Любичевских чтений, 6–10 апреля 2015 г. Тольятти, 2015. С. 41–42.
8. Сажнев А. С., Халилов Э. С. Материалы к фауне нидикольных жесткокрылых (Insecta : Coleoptera) Саратовской области // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2015. Вып. 12. С. 151–153.
9. Аникин В. В., Плеханова Е. В. Находка *Proserpina proserpina* (Lepidoptera, Sphingidae) в Энгельском районе Саратовской области // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2007. Вып. 6. С. 138.
10. Сажнев А. С. Распространение жулици рода *Calosoma* в саратовском Правобережье // Поволж. экол. журн. Саратов, 2007. № 4. С. 348–352.
11. Сажнев А. С. Фауна жулици рода *Carabus* Linnaeus, 1758 (Coleoptera, Carabidae) Саратовской области // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2007. Вып. 6. С. 66–69.
12. Аникин В. В., Березуцкий М. А., Жигалов В. Н., Завьялов Е. В., Костецкий О. В., Мосолова Е. Ю., Ручин А. Б., Сажнев А. С., Табачишин В. Г., Шляхтин Г. В., Якушев Н. Н. Аннотированные перечни таксонов и популяций грибов, растений и животных Саратовской области как приложения к региональной Красной книге : принципы формирования и корректировки // Научные труды Национального парка «Смолянский». Саранск ; Смолянский, 2008. Вып. 1. С. 8–18.
13. Сажнев А. С., Роднев Н. В. Редкие виды насекомых Саратова и его окрестностей // Вестн. Мордов. ун-та. Сер. Биологические науки. Саранск, 2009. № 1. С. 63–64.
14. Аникин В. В. Редкие и охраняемые виды чешуекрылых (Insecta, Lepidoptera) Национального парка «Хвалынский» // Науч. тр. Нац. парка «Хвалынский». Саратов, 2009. Вып. 1. С. 5–10.
15. Аникин В. В., Березуцкий М. А., Завьялов Е. В., Киреев Е. А., Мосолова Е. Ю., Табачишин В. Г., Якушев Н. Н. Материалы по ведению Красной книги Саратовской области в 2008 году. Сообщение I. Новые сведения об охраняемых видах // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2009. Т. 11, № 1. С. 133–139.
16. Сажнев А. С. К фауне редких жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) ООПТ «Буркинский лес» Саратовской области // Науч. тр. Гос. природ. заповедника «Приурский». Чебоксары ; АТРАТ, 2010. Т. 24. С. 123–125.
17. Володченко А. Н. К изучению фауны копрофильных пластинчатоусых (Coleoptera, Scarabaeoidea) Балашовского района Саратовской области // Биодиверситиология : Современные проблемы сохранения и изучения биологического разнообразия : сб. материалов II междунар. науч.-практ. конф. Чебоксары : Новое время, 2010. С. 48–50.
18. Аникин В. В., Ермохин М. В. Современное находение пеструшки лесной – *Hamearis lucina* (L., 1758) (Lepidoptera, Riodinidae) в границах Саратовской области // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2012. Вып. 10. С. 99–101.



19. Аникин В. В. Первая находка белоноса болотного – *Leucorrhinia pectoralis* Charp., 1825 (Insecta, Odonata) на территории Саратовской области // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2012. Вып. 10. С. 112.
20. Аникин В. В. Динамика численности редких и охраняемых видов насекомых включенных в Красную книгу Саратовской области (2006) // Биоразнообразие и устойчивость живых систем : материалы XIII междунар. науч.-практ. эколог. конф. Белгород : БелГУ, 2014. С. 14–15.
21. Аникин В. В. Новые находки редких насекомых на территории национального парка «Хвалынский» в 2015 году // Науч. тр. Нац. парка «Хвалынский». Саратов ; Хвалынский, 2015. Вып. 7. С. 129.
22. Аникин В. В. Редкие насекомые Национального парка «Хвалынский». Саратов ; Хвалынский : Амирит, 2015. 54 с.
23. Аникин В. В., Мосолова Е. Ю. Нахождение *Eriogaster lanestris* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera, Lasiocampidae) в Саратовской области // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье. Саратов, 2015. Вып. 12. С. 140–141.

УДК [591.9+597.2/5] (470.44)

РЕДКИЕ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ ВИДЫ МИНОГ И РЫБ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ В ТРЕТЬЕ ИЗДАНИЕ КРАСНОЙ КНИГИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В. А. Шашуловский¹, Г. В. Шляхтин²,
В. П. Ермолин¹, Ю. А. Малинина¹

¹Саратовское отделение Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства имени Л. М. Берга

E-mail: gosniordh@mail.ru,

²Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского

E-mail: biofac@sgu.ru

На основе современных полевых исследований, коллекционных сведений и анализа данных литературы составлен перечень миног и рыб, рекомендуемых к включению в 3-е издание Красной книги Саратовской области. Он содержит 2 вида круглоротых и 16 видов костных рыб.

Ключевые слова: миноги, рыбы, ихтиофауна, Красная книга, Саратовская область.

Rare and Disappearing Species Cephalaspidomorphi and Fish to Be Included Into the Third Edition of Red Book of the Saratov Region

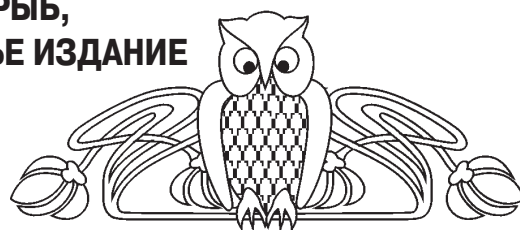
V. A. Shashulovskii, G. V. Shlyakhtin,
V. P. Ermolin, Yu. A. Malinina

Rare and disappearing species Cephalaspidomorphi and fish to be included into the third edition of Red Book of the Saratov region has been compiled on the basis of modern field surveys, collection data, analysis of literature. It contains 2 species cephalaspidomorphi and 16 species fish.

Key words: cephalaspidomorphi, fish, ichthiofauna, Red Book, Saratov region.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-318-320

В результате естественных флуктуаций климатических факторов и хозяйственной деятельности человека в современных условиях происходят



существенные изменения водных экосистем. В Саратовской области они относятся к Волжскому и Донскому бассейнам. В настоящее время гидросистемы крупных водохранилищ (Саратовского и Волгоградского), рек и малых водоемов области испытывают значительную антропогенную нагрузку, связанную с хозяйственной деятельностью человека: забором воды для нужд населения, загрязнением гидроэкосистем промышленными и сельскохозяйственными сточными водами, водным транспортом, нерегламентированными сбросами ГЭС [1, 2]. Эти процессы приводят к изменению рельефа дна и увеличению зарастаемости мелководной зоны водных объектов, сокращению нерестовых угодий, а создание каналов и водный транспорт обуславливает проникновение (появление) новых видов, несвойственных гидроэкосистемам Саратовского региона [3–5].

Динамика природных факторов и хозяйственная деятельность человека в современных условиях существенно изменяют структуры гидроценозов: меняются качественные и количественные параметры различных трофических уровней. Локальные и масштабные флуктуации кормовой базы круглоротых и костных рыб неизбежно обуславливают появление инвазивных видов и сокращение или увеличение аборигенной гидрофауны, включая ихтиофауну. Определяющим результатом этих процессов является угнетение или исчезновение наиболее специализированных видов и видов с узким адаптационным потенциалом. Особенно ярко эти явления про-



являются на динамике видового состава миног и рыб Волжского и Донского бассейнов.

Современный видовой состав миног и рыб Саратовской области включает 68 видов [6–11]. Из миног в водоемах Саратовской области обитают два представителя миногообразных: каспийская (*Caspiomyzon wagneri* (Kassler, 1870)) и украинская (*Eudontomyzon mariae* (Berg, 1931)) миноги. Костные рыбы ихтиофауны области относятся к 10 отрядам: осетрообразных, сельдеобразных, лососеобразных, угреобразных, карпообразных, сомообразных, колюшкообразных, трескообразных, окунеобразных и скорпенообразных. Наиболее богаты в видовом отношении отряды карпообразных (35 видов) и окунеобразных (11 видов). Осетровые и лососевые в фауне региона представлены каждое пятью видами, а другие отряды – от 1 до 3 видов [1, 10–13].

Ихтиофауна водоемов Саратовской области сильно изменилась в связи с зарегулированием стока р. Волги и созданием каскада водохранилищ, а также в отдельных случаях с сильным промышленным загрязнением водоемов. До создания Волгоградского водохранилища видовой состав круглоротых и рыб включал 63 вида [13]. После зарегулирования Волги из ихтиофауны региона исчезли 13 видов и подвидов рыб или стали встречаться здесь крайне редко: речной угорь, каспийский лосось, каспийский усач, волжская малотычинковая сельдь, шема, кутум, чархамская селедочка, волжская селедочка Берга, белоперый пескарь, пелядь, ряпушка, шип и представитель миног – каспийская минога [6, 7, 10]. Но фауна рыб региона пополнялась за счет инвазивных видов: из бассейна р. Амур интродуцированы 3 вида растительноядных рыб – белый (*Hypophthalmichthys molitrix*) и пестрый (*Aristichthys nobilis*) толстолобы, черный амур (*Mylopharyngodon piceus*). Белый амур (*Stenopharyngodon idella*), относящийся также к амурскому комплексу, вероятно, поднялся из волжской дельты и южных водоемов, не исключено, что он мог случайно быть завезенным с предыдущими видами. Из северных водоемов вселились озерная колюшка (*Osmerus eperlanus*), европейская ряпушка (*Coregonus albula*) и пелядь (*C. peled*). Инвазивными видами в наших водоемах также являются каспийские бычки, пуголовки и морские иглы, проникшие, очевидно, с балластными водами судов, приходящих с юга. Возможно, что кроме этих вселенцев в Саратовском и Волгоградском водохранилищах есть и другие, но из-за их малой численности они пока не обнаружены.

Особенно актуальной и практически значимой задачей для водоемов Саратовской области является сохранение малочисленных популяций круглоротых и рыб. В настоящее время большинство видов, рекомендуемых в 3-е издание Красной книги, представлено популяциями, находящимися под угрозой исчезновения по разным причинам, которые связаны с природными (изменение климата, природными катастрофами, динамикой солнечной активности, прессом хищников, возникновением инвазий и др.) и антропогенно-техническими (техногенными катастрофами, промышленным и сельскохозяйственным загрязнением, нерегламентированным сбросом вод гидроэлектростанций, беспокойством во время нереста, сокращением нерестовых акваторий и др.) факторами. Результирующим фактором этих процессов всегда является снижение численности популяций и их репродукционных возможностей, сокращение локальных мест нереста и благополучного развития на личиночной стадии. Для малочисленных популяций критическим также может оказаться близкородственное скрещивание (инбридинг) и дрейф генов. Эти факторы, как правило, приводят к негативной динамике демографических показателей, снижению уровня рождаемости и повышению показателей смертности, увеличению тератогенных проявлений.

На основе постоянных ихтиологических исследований, анализа данных литературы и других источников в 3-е издание региональной Красной книги рекомендуются 2 вида круглоротых (каспийская и украинская миноги), 4 осетрообразных (русский осетр, стерлядь, шип и белуга), 2 сельдеобразных (черноспинка, волжская сельдь), 2 лососеобразных (ручьевая форель, белорыбица), 5 карпообразных (русская быстрянка, азово-черноморская шема, вырезуб, волжский подуст, обыкновенный рыбец, елец, белоперый пескарь) и 1 вид скорпенообразных (обыкновенный подкаменщик). Впервые в Красную книгу вносится елец (*Leuciscus leuciscus*), поскольку за минувшее десятилетие его численность значительно сократилась, и вид нуждается в охране.

В Приложение 3 «Аннотированный перечень таксонов и популяций животных, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде» предлагается включить 8 видов костных рыб, чье распространение до конца не выяснено и требует дополнительных исследований и определения регионального природоохранного статуса. В этот список рекомендуется включить: северокаспийского пузанка (*Alosa caspia caspia*), белоглазку (*Abramis sapa*), обыкновенного гольяна (*Phoxinus phoxinus*), ельца Данилевского (*Leuciscus*



danilevskii), девятииглую колюшку (*Pungitius pungitius*) и донского ерша (*Gymnocephalus acerina*).

Таким образом, в 3-е издание Красной книги региона рекомендуется включить 18 представителей миног и рыб региона, относящихся к 2 классам, 6 отрядам, 7 семействам.

**Миноги и рыбы, рекомендуемые
к внесению в 3-е издание Красной книги
Саратовской области**

**КЛАСС МИНОГИ –
CERHALASPIDOMORPHI**

Отряд Миногообразные – Petromyzoniformes
Семейство Миноговые Petromyzonidae
Каспийская минога – Caspiomyzon wagneri
(Kassler, 1870)

Украинская минога – Eudontomyzon mariae
(Berg, 1931)

**КЛАСС КОСТНЫЕ РЫБЫ –
OSTEICHTHYES**

Отряд Осетрообразные – Acipenseriformes
Семейство Осетровые – Acipenseridae
Русский осетр – Acipenser gueldenstaedtii
Brandt, 1833

Стерлядь – Acipenser ruthenus, Linnaeus, 1758

Шип – Acipenser nudiiventris Lovetsky, 1828

Белуга – Huso huso, Linnaeus, 1758

Отряд Сельдеобразные – Clupeiformes
Семейство Сельдиевые – Clupeidae
Черноспинка – Alosa kessleri kessleri (Grimm,
1887)

Волжская сельдь – Alosa kessleri volgensis
(Berg, 1913)

Отряд Лососеобразные – Salmoniformes
Семейство Лососевые – Salmonidae
Ручьевая форель – Salmo trutta morpha fario
Linnaeus, 1758

Семейство Сиговые – Coregonidae
Белорыбица – Stenodus leucichthys leucichthys
(Guldenstadt, 1772)

Отряд Карпообразные – Cypriniformes
Семейство Карповые – Cyprinidae
Русская быстрянка – Alburnoides bipunctatus
rossicus, Berg, 1924

Азово-черноморская шемая – Chalcalburnus
chalcjides mento (Heckel, 1836)

Вырезуб – Rutilus frisii frisii (Nordmann, 1840)

Волжский подуст – Chondrostoma variabile
(Jakowlew, 1879)

Обыкновенный рыбец – Vimba vimba persa
(Pallas, 1814)

Белоперый пескарь – Romanogobio albipin-
natus (Lukasch, 1933)

Елец – Leuciscus leuciscus (Linnaeus, 1758)

**Отряд Скорпенообразные –
Scorpaeniformes**

Семейство Рогатковые – Cottidae

Обыкновенный подкаменщик – Cottus gobio
gobio Linnaeus, 1758

Список литературы

1. *Шацуловский В. А., Ермолин В. П.* Инвазивные виды в ихтиофауне Волгоградского водохранилища // Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2) : тез. докл. 2-го междунар. симпозиума по изучению инвазивных видов. Рыбинск ; Борок, 2005. С. 184–185.
2. *Шацуловский В. А.* Динамика биологических ресурсов Волгоградского водохранилища : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Саратов, 2006. 50 с.
3. *Малинина Ю. А., Шацуловский В. А., Филинова Е. И., Донецкая В. В.* Оценка эффективности мелиоративных работ на естественных нерестилищах рыб Волгоградского водохранилища // Докл. Моск. о-ва испытателей природы. Т. 38. Биотехнология – охрана окружающей среды. М., 2004. С. 54.
4. *Шацуловский В. А., Ермолин В. П.* Состав ихтиофауны Волгоградского водохранилища // Вопросы ихтиологии. 2005. Т. 45, № 3. С. 324–330.
5. *Malinina Yu. A.* The trend of biological invasions in zooplankton of the Volgograd reservoir // Invasion of alien species in Holarctic : The material of the III Intern. Symp. Borok, 2010. P. 69–70.
6. *Небольсина Т. К.* Систематический список ихтиофауны Волгоградского водохранилища // Рыбохозяйственное освоение и биопродукционные возможности Волгоградского водохранилища. Саратов, 1980. С. 245–247.
7. *Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В., Сонин К. А., Лобачев Ю. Ю., Табачишин В. Г., Якушев Н. Н., Шацуловский А. В.* Животный мир Саратовской области : в 4 кн. Кн. 2. Рыбы. Саратов, 2002. 100 с.
8. *Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В., Табачишин В. Г., Якушев Н. Н.* Современное состояние ихтиофауны Саратовской области // Экологические проблемы крупных рек – 3 : тез. докл. междунар. конф. Тольятти, 2003. С. 330.
9. *Шляхтин Г. В.* Растительный и животный мир региона // Основы регионоведения : опыт разработки лекционного курса : учеб. пособие для студ. Саратов, 2003. С. 100–113.
10. *Завьялов Е. В., Ручин А. Б., Шляхтин Г. В., Шацуловский В. А., Сонин К. А., Табачишин В. Г., Малинина Ю. А., Ермолин В. П., Якушев Н. Н., Мосолова Е. Ю.* Рыбы севера Нижнего Поволжья : в 3 кн. Кн. 1. Состав ихтиофауны, методы изучения. Саратов, 2007. 205 с.
11. *Завьялов Е. В., Сонин К. А., Шляхтин Г. В.* Биология. Рыбы // Энциклопедия Саратовского края (в очерках, фактах, событиях, лицах). Саратов, 2011. С. 154–161.
12. *Шацуловский В. А., Ермолин В. П.* Трансформация структуры ихтиоценоза р. Волги в экосистеме Волгоградского водохранилища // Поволж. экол. журн. 2005. № 2. С. 185–190.
13. *Берг Л. С.* Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран : в 2 ч. М. ; Л., 1949. Ч. 2. С. 447–925.

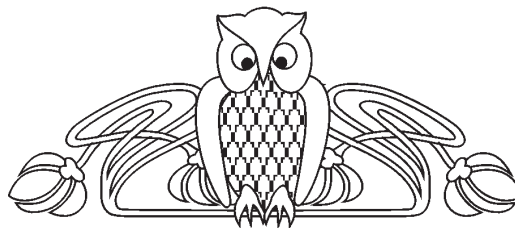


УДК [591.9+597.6+598.1](470.44)

РЕДКИЕ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ ВИДЫ АМФИБИЙ И РЕПТИЛИЙ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ В ТРЕТЬЕ ИЗДАНИЕ КРАСНОЙ КНИГИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. В. Шляхтин, В. Г. Табачишин

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: biofac@sgu.ru



На основе современных полевых исследований, коллекционных сведений и анализа данных литературы составлен перечень видов амфибий и рептилий, рекомендуемых к включению в 3-е издание Красной книги Саратовской области. Он содержит 7 представителей батрахо- и герпетофауны региона, относящихся к 3 отрядам и 5 семействам.

Ключевые слова: амфибии, рептилии, Красная книга, Саратовская область.

Rare and Disappearing Species of Amphibians and Reptiles to Be Included into the Third Edition of Red Book of the Saratov Region

G. V. Shlyakhtin, V. G. Tabachishin

Rare and disappearing species reptiles to be included into the third edition of Red Book of the Saratov region has been compiled on the basis of modern field surveys, collection data, analysis of literature. It contains 7 herpetofauna representatives of region belonging to 3 orders and 5 families.

Key words: amphibian, reptile, Red Book, Saratov region.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-321-323

Амфибии и рептилии Саратовской области по видовому богатству – относительно небольшие группы позвоночных животных (21 вид). Земноводные представлены 10 видами [1 – 5]. На рассматриваемой территории обитают представители 2 отрядов: Хвостатые (Caudata) и Бесхвостые амфибии (Anura). Отряд Хвостатых амфибий представлен только 2 видами – обыкновенным (*Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758)) и гребенчатым (*Triturus cristatus* (Laurenti, 1768)) тритонами, а отряд Бесхвостых – 9 видами (краснобрюхая жерлянка (*Bombina bombina* (Linnaeus, 1761)), обыкновенная чесночница (*Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768)), серая жаба (*Bufo bufo* (Linnaeus, 1758)), зелёная жаба (*B. viridis* Laurenti, 1768), травяная лягушка (*Rana temporaria* Linnaeus, 1758), остромордая лягушка (*R. arvalis* Nilsson, 1842), озёрная лягушка (*Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771)), съедобная лягушка (*P. esculentus* (Linnaeus, 1758))). Причем для некоторых видов (серая жаба, съедобная и травяная

лягушки) существуют лишь единичные указания на обитание в Саратовской области, которые не подтверждены коллекционными сборами [6].

По типу биотопической приуроченности земноводные региона образуют две экологические группировки. Гигрофильная группировка представлена 4 видами (обыкновенным и гребенчатым тритонами, озёрной лягушкой и краснобрюхой жерлянкой). Эти виды обитают не только в естественных водоёмах, но и приспособились к искусственным водным экосистемам, где локально могут достигать высокой численности. Мезофильная группировка характеризуется более значительным видовым богатством. Эти виды населяют различные типы естественных и искусственных биотопов. На современном этапе численность 4 видов амфибий (озёрная лягушка, зелёная жаба, краснобрюхая жерлянка, обыкновенная чесночница) относительно высокая, а остальные в различных частях региона могут быть обычными или редкими [3, 7 – 11].

Из пресмыкающихся, или рептилий, в Саратовской области встречаются 1 вид черепах, 4 – ящериц и 6 – змей [1 – 3]. По типу биотопической приуроченности пресмыкающиеся фауны Саратовской области также образуют хорошо выраженные экологические группировки. Гигрофильная группировка связана с околоводными местообитаниями. Некоторые из них (болотная черепаха – *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758), обыкновенный уж – *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758)) приспособились к обитанию даже в экосистемах искусственных водоёмов (каналы ирригационной системы и пруды рыбоводческих хозяйств), где в настоящее время их популяции характеризуются относительно высокой численностью [8]. Ксерофильная группировка представлена типичными степными и полупустынными видами зонального типа (разноцветная ящурка – *Eremias arguta* (Pallas, 1773), узорчатый полоз – *Elaphe dione* (Pallas, 1773), восточная степная гадюка – *Vipera V. (Pelias) renardi* (Christoph,



1861)). Мезофильная группировка приурочена к лесным местообитаниям. Ее основу составляют виды, связанные с широколиственными и лесостепными формациями (живородящая ящерица – *Zootoca vivipara* Jacquin, 1787, прыткая ящерица – *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758, веретеница ломкая – *Angius fragilis* Linnaeus, 1758, обыкновенная медянка – *Coronella austriaca* Laurenti, 1768, гадюка Никольского – *V. (Pelias) nikolskii* Vedmederja, Grubant, Rudaeva, 1986). Обитание гадюки Никольского связано с интразональными ландшафтами саратовского Правобережья (поймами рек Волги, Хопра, Медведицы и их притоков), а разноцветной ящурки – с участками закрепленных и полужакопленных песков. Из 11 видов рептилий области 2 вида (прыткая ящерица и обыкновенный уж) относительно многочисленны, 2 вида обычные (болотная черепаха, узорчатый полоз), остальные – редкие или малочисленные [3, 12 – 16].

В Приложение 3 «Аннотированный перечень таксонов и популяций животных, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде», которые внесены в Приложение 3 Бернской и Красный список МСОП-2000, предлагается включить 9 видов амфибий: обыкновенного тритона, краснобрюхую жерлянку, обыкновенную чесночницу, зелёную и серую жабу, озёрную, прудовую, остромордую и травяную лягушек и 5 видов рептилий: болотную черепаху, прыткую ящерицу, узорчатого полоза, обыкновенного и водяного ужей.

Со времени выхода второго издания Красной книги области [17] прошло 10 лет. За этот период состояние популяций многих видов амфибий и рептилий изменилось, что требует пересмотра их охранного статуса. Комплекс проведенных исследований в 2006 – 2015 гг. позволяет составить перечень таксонов амфибий и рептилий, рекомендуемых к внесению в третье издание региональной Красной книги издания. В него предлагается включить 7 видов батрахо- и герпетофауны Саратовской области, относящихся к 3 отрядам и 5 семействам.

Амфибии и Рептилии, рекомендуемые к внесению в 3-е издание Красной книги

КЛАСС ЗЕМНОВОДНЫЕ – AMPHIBIA

**Отряд Хвостатые земноводные –
Caudata Fischer von Waldheim, 1813**

**Семейство Саламандровые –
Salamandridae Goldfuss, 1820**

Тритон гребенчатый – Triturus cristatus (Laurenti, 1768)

**КЛАСС РЕПТИЛИИ,
ИЛИ ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ – REPTILIA**

**Отряд Ящерицы – Sauria Mccarthey, 1822
Семейство Веретеницевые –
Anguidae Gray, 1825**

Веретеница ломкая – Angius fragilis Linnaeus, 1758

**Семейство Настоящие ящерицы –
Lacertidae Bonaparte, 1831**

Разноцветная ящурка – Eremias arguta (Pallas, 1773)

Живородящая ящерица – Zootoca vivipara Jacquin, 1787

**Отряд Змеи – Serpentes Linnaeus, 1758
Семейство Ужеобразные –
Colubridae Oppel, 1811**

Обыкновенная медянка – Coronella austriaca Laurenti, 1768

**Семейство Гадюковые змеи –
Viperidae Laurenti, 1768**

Гадюка Никольского – Vipera (Pelias) nikolskii Vedmederja, Grubant, Rudaeva, 1986

Восточная степная гадюка – V. (Pelias) renardi (Christoph, 1861)

Список литературы

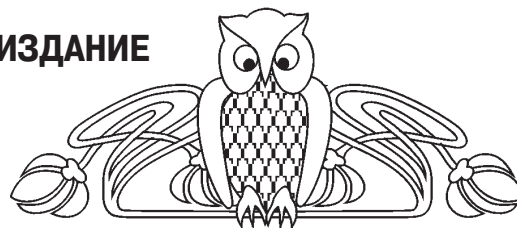
1. Шляхтин Г. В., Голикова В. Л. Методика полевых исследований экологии амфибий и рептилий. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1986. 80 с.
2. Завьялов Е. В., Табачишин В. Г., Шляхтин Г. В. Современное распространение рептилий (Reptilia: Testudines, Squamata, Serpentes) на севере Нижнего Поволжья // Современная герпетология. 2003. Т. 2. С. 52–67.
3. Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Завьялов Е. В., Табачишина И. Е. Животный мир Саратовской области : в 4 кн. Кн. 4. Амфибии и рептилии. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2005. 116 с.
4. Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Ермохин М. В. История и основные направления изучения репетофауны севера Нижнего Поволжья (к 105-летию кафедры морфологии и экологии животных Саратовского государственного университета) // Современная герпетология. 2014. Т. 14, вып. 3/4. С. 137–146.
5. Беляченко А. В., Шляхтин Г. В., Филипьев А. О., Мосолова, Е. Ю., Мельников Е. Ю., Ермохин М. В., Табачишин В. Г., Емельянов А. В. Методы количественных учётов и морфологических исследований наземных позвоночных животных. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2014. 148 с.
6. Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Кайбелева Э. И., Мосолова Е. Ю., Ермохин М. В. Современное состояние батрахологической коллекции Зоологического музея Саратовского университета // Современная герпетология. 2015. Т. 15, вып. 3/4. С. 153–159.



7. Шляхтин Г. В., Аникин В. В., Беляченко А. В., Мосолова Е. Ю., Табачишин В. Г. Современное состояние биоразнообразия животного мира Саратовской области // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2014. Т. 14, вып. 1. С. 103–112.
8. Шляхтин Г. В., Беляченко А. В., Мосолова Е. Ю., Табачишин В. Г. Биологическая структура и динамика водно-наземных экотонів верхней зоны Волгоградского водохранилища // Поволж. экол. журн. 2014. № 1. С. 74–81.
9. Полуконова А. В., Демин А. Г., Ермохин М. В., Табачишин В. Г. Новые гаплотипы чесночницы обыкновенной *Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768) из популяций в долине реки Медведица (Саратовская область) // Биология внутренних вод : материалы XV школы-конф. молодых учёных. Кострома : Костром. печат. дом, 2013. С. 304–308.
10. Полуконова А. В., Демин А. Г., Полуконова Н. В., Ермохин М. В., Табачишин В. Г. Молекулярно-генетическое исследование локальных популяций чесночницы обыкновенной *Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768) долины р. Медведица (Саратовская область) по участку гена мтДНК – CytB // Современная герпетология. 2013. Т. 13, вып. 3/4. С. 117–121.
11. Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г. Особенности реализации трофических возможностей синтопических популяций *Pelobates fuscus* и *Rana ridibunda* на севере Нижнего Поволжья // Современная герпетология. 2014. Т. 14, вып. 1/2. С. 54–56.
12. Табачишина И. Е., Табачишин В. Г., Шляхтин Г. В. К уточнению северной границы распространения восточной степной гадюки (*Vipera renardi*) в Поволжье // Поволж. экол. журн. 2007. №3. С. 271–277.
13. Табачишин В. Г., Помазенко О. А. Динамика распространения восточной степной гадюки *Vipera (Pelias) renardi* (Christoph, 1861) на севере Нижнего Поволжья // Современные проблемы зоологии позвоночных и паразитологии : материалы III Международ. конф. Воронеж : Изд.-полиграф. центр Воронеж. гос. ун-та, 2011. С. 306–309.
14. Помазенко О. А., Табачишин В. Г. Распространение и особенности генетической структуры популяций *Vipera (Pelias) renardi* на севере Нижнего Поволжья // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2012. Т. 12, вып. 4. С. 63–67.
15. Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В., Табачишин В. Г. О природоохранном статусе ужа водяного (*Natrix tessellata*) на севере Нижнего Поволжья // Современная герпетология. 2013. Т. 13, вып. 1/2. С. 74–77.
16. Tabachishin V. G. New information on the distribution of *Eremias arguta* (Pallas, 1773) in the north of its habitat in the Saratov region, Russia // Herpetozoa. 2014. Vol. 27, № 1/2. P. 94–95.
17. Красная книга Саратовской области : Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов : Изд-во Торг.-пром. палаты Саратов. обл. 2006. 528 с.

УДК [591.9+598.2](470.44)

РЕДКИЕ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ ВИДЫ ПТИЦ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ К ВНЕСЕНИЮ В ТРЕТЬЕ ИЗДАНИЕ КРАСНОЙ КНИГИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ



Е. Ю. Мосолова¹, Г. В. Шляхтин¹, В. В. Пискунов¹,
В. Г. Табачишин², Е. В. Завьялов, А. В. Беляченко¹,
Е. Ю. Мельников¹, А. Л. Подольский³, А. А. Беляченко³

¹Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского

E-mail: ekmosolova@mail.ru

²Саратовский филиал Института проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова РАН

E-mail: tabachishinvg@sevin.ru

³Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.

E-mail: andrey.podolski@yandex.ru

Приводится список видов птиц, рекомендуемых к внесению в третье издание Красной книги Саратовской области. Среди редких или охраняемых видов птиц выделены три группы: вносятся впервые – 10; исключаются – 14; с изменением статуса – 22.

Ключевые слова: птицы, Красная книга, Саратовская область.

Rare and Disappearing Birds in the Red Book of Saratov Region

E. Yu. Mosolova, G. V. Shlyakhtin, V. V. Piskunov,
V. G. Tabachishin, E. V. Zavalov, A. V. Belyachenko,
A. L. Podolskiy, E. Yu. Melnikov, A. A. Belyachenko

A list of bird species recommended for inclusion in the third edition of the Red Book of the Saratov region. Three groups stand out among the rare and protected bird species are introduced for the first time – 10; excluded – 14; with the change in status – 22.

Key words: birds, Red Book, Saratov region.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-323-328

Правовой основой Красной книги субъекта Российской Федерации являются утвержден-



ные в установленном порядке перечни (списки) объектов животного и растительного мира, занесенных в это издание. Красная книга субъекта РФ представляет собой регулярно обновляемое издание, содержащие свод сведений об этих объектах, а также о необходимых мерах по их охране и восстановлению. Она обновляется по мере изменений ситуации в регионе и поступления новых данных, но не реже одного раза в 10 лет [1]. Региональные Красные книги позволяют не только использовать материал, накопленный в регионах по изучению фауны, но и учитывать уникальные особенности их территории.

С момента выхода последнего издания Красной книги Саратовской области (2006) [2] прошло 10 лет. За указанный период состояние популяций многих видов птиц региона изменилось, в связи с чем возникла необходимость пересмотра и корректировки охранного статуса некоторых видов.

Материалы и методы

Современные данные по распространению, относительной численности птиц, а также ее динамике были получены на территории Саратовской области и сопредельных территориях в результате полевых наблюдений, осуществленных в 2007–2015 гг. [3–8]. Особое внимание уделялось изучению изменений количественных показателей редких видов птиц, обитающих на особо охраняемых территориях региона [9–14]. За истекший период проводились как комплексные исследования, так и по отдельным видам [15–21]. Долговременная динамика распространения и численности птиц изучалась на основе анализа исторических материалов, документально подтвержденных письменными источниками. В ходе работ проанализированы также коллекционные орнитологические материалы изучаемого региона и сопредельных районов [22]. В основу методических приемов положено маршрутное ландшафтно-экологическое обследование территории, сочетающееся с работой на стационарах [23]. Наблюдения были приурочены ко всем сезонам года, но большая их часть осуществлена в весенне-летнее время.

Результаты и их обсуждение

Современная ревизия видового состава птиц севера Н. Поволжья позволила установить пребывание на ее территории 337 видов, из которых 202 гнездятся. Размножение еще 14 видов не подтверждено нашими исследованиями, но вполне вероятно. За последние 150 лет из фауны севера Н. Поволжья по естественным и антропоген-

ным причинам исчезло 13 видов. В то же время перечень гнездящихся птиц за тот же период пополнился 20 новыми представителями. Среди 214 видов, отнесенных к группе гнездящихся, для 202 видов птиц размножение носит достоверный характер, 8 – вероятный, 4 – предположительный; 44 вида встречаются только в период миграций и 39 отнесены к категории залетных [24].

В результате анализа материалов, полученных в ходе экспедиционных работ, коллегиально были составлены списки видов птиц, **рекомендуемых к внесению в третье издание Красной книги Саратовской области. Предполагается включение 65 видов птиц, относящихся к 13 отрядам, 26 семействам:**

Отряд Гагарообразные – Gaviiformes

Семейство Гагаровые – Gaviidae

Европейская чернозобая гагара – *Gavia arctica arctica* (Linnaeus, 1758)

Отряд Поганкообразные – Podicipediformes

Семейство Поганковые – Podicipedidae

Серощекая поганка – *Podiceps grisegena* (Boddaert, 1783)

Отряд Аистообразные – Ciconiiformes

Семейство Цаплевые – Ardeidae

Большая белая цапля – *Egretta alba* (Linnaeus, 1758)

Колпица – *Platalea leucorodia* Linnaeus, 1758

Каравайка – *Plegadis falcinellus* (Linnaeus, 1766)

Семейство Аистовые – Ciconiidae

Черный аист – *Ciconia nigra* (Linnaeus, 1758)

Белый аист – *Ciconia ciconia* (Linnaeus, 1758)

Отряд Гусеобразные – Anseriformes

Семейство Утиные – Anatidae

Краснозобая казарка – *Rufibrenta ruficollis* (Pallas, 1769)

Пискулька – *Anser erythropus* (Linnaeus, 1758)

Малый лебедь – *Cygnus bewickii* Yarrell, 1830

Огарь – *Tadorna ferruginea* (Pallas, 1764)

Пеганка – *Tadorna tadorna* (Linnaeus, 1758)

Серая утка – *Anas strepera* Linnaeus, 1758

Белоглазая чернеть – *Aythya nyroca* (Guldenstadt, 1770)

Савка – *Oxyura leucocephala* (Scopoli, 1769)

Отряд Соколообразные – Falconiformes

Семейство Скопиные – Pandionidae

Скопа – *Pandion haliaetus* (Linnaeus, 1758)

Семейство Ястребиные – Accipitridae

Обыкновенный осоед – *Pernis apivorus* (Linnaeus, 1758)

Полевой лунь – *Circus cyaneus* (Linnaeus, 1766)



Степной лунь – *Circus macrourus* (S.G.Gmelin, 1771)

Европейский тювик – *Accipiter brevipes* (Severtzov, 1850)

Курганник – *Buteo rufinus* (Cretzschmar, 1827)

Змеяд – *Circaetus gallicus* (Gmelin, 1788)

Орел-карлик – *Hieraetus pennatus* (Gmelin, 1788)

Степной орел – *Aquila rapax* (Temminck, 1828)

Большой подорлик – *Aquila clanga* Pallas, 1811

Могильник – *Aquila heliaca* Savigny, 1809

Беркут – *Aquila chrysaetos* (Linnaeus, 1758)

Орлан-белохвост – *Haliaeetus albicilla* (Linnaeus, 1758)

Семейство Соколиные – Falconidae

Балобан – *Falco cherrug* Gray, 1834

Сапсан – *Falco peregrinus* Tunstall, 1771

Дербник (степной подвид) – *Falco columbarius* Linnaeus, 1758

Кобчик – *Falco vespertinus* Linnaeus, 1766

Степная пустельга – *Falco naumanni* Fleischer, 1818

Отряд Курообразные – Galliformes

Семейство Тетеревиные – Tetraonidae

Тетерев – *Lyrurus tetrax* (Linnaeus, 1758)

Отряд Журавлеобразные – Gruiformes

Семейство Журавлиные – Gruidae

Серый журавль – *Grus grus* (Linnaeus, 1758)

Красавка – *Anthropoides virgo* (Linnaeus, 1758)

Семейство Пастушковые – Rallidae

Погоныш-крошка – *Porzana pusilla* (Pallas, 1776)

Коростель – *Crex crex* (Linnaeus, 1758)

Семейство Дрофиные – Otididae

Дрофа (европейский подвид) – *Otis tarda tarda* Linnaeus, 1758

Стрепет – *Tetrax tetrax* (Linnaeus, 1758)

Отряд Ржанкообразные –

Charadriiformes

Семейство Авдотковые – Burhinidae

Авдотка – *Burhinus oedipnemus* (Linnaeus, 1758)

Семейство Ржанковые – Charadriidae

Каспийский зук – *Charadrius asiaticus* Pallas, 1773

Кречетка – *Chettusia gregaria* (Pallas, 1771)

Семейство Шилоклювковые –

Recurvirostridae

Ходулочник – *Himantopus himantopus* (Linnaeus, 1758)

Шилоклювка – *Recurvirostra avosetta* Linnaeus, 1758

Семейство – Кулики-сороки –

Haematopodidae

Кулик-сорока – *Haematopus ostralegus* Linnaeus, 1758

Семейство Бекасовые – Scolopacidae

Травник – *Tringa totanus* (Linnaeus, 1758)

Поручейник – *Tringa stagnatilis* (Bechstein, 1803)

Дупель – *Gallinago media* (Latham, 1787)

Большой кроншнеп – *Numenius arquata* (Linnaeus, 1758)

Большой веретенник – *Limosa limosa* (Linnaeus, 1758)

Семейство Тиркушковые – Glareolidae

Степная тиркушка – *Glareola nordmanni* Nordmann, 1842

Семейство Чайковые – Laridae

Черноголовый хохотун – *Larus ichthyaetus* Pallas, 1773

Чеграва – *Hydroprogne caspia* (Pallas, 1770)

Малая крачка – *Sterna albifrons* Pallas, 1764

Отряд Голубеобразные – Columbiformes

Семейство Голубиные – Columbidae

Клинтух – *Columba oenas* Linnaeus, 1758

Обыкновенная горлица – *Streptopelia turtur*

Отряд Совообразные – Strigiformes

Семейство Совиные – Strigidae

Филин – *Bubo bubo* (Linnaeus, 1758)

Отряд Дятлообразные – Piciformes

Семейство Дятловые – Picidae

Зеленый дятел – *Picus viridis* Linnaeus, 1758

Средний дятел (европейский подвид) – *Dendrocopos medius medius* (Linnaeus, 1758)

Отряд Ракшеобразные – Coraciiformes

Семейство Сизоворонковые – Coraciidae

Сизоворонка – *Coracias garrulus* Linnaeus, 1758

Отряд Воробьинообразные – Passeriformes

Семейство Ласточковые – Hirundinidae

Воронок – *Delichon urbica* (Linnaeus, 1758)

Семейство Жаворонковые – Alaudidae

Степной жаворонка – *Melanocorypha calandra* (Linnaeus, 1766)

Белокрылый жаворонка – *Melanocorypha leucoptera* (Pallas, 1811)

Черный жаворонка – *Melanocorypha yeltoniensis* (J.R.Forster, 1768)

Семейство Сорокопутовые – Laniidae

Серый сорокопут – *Lanius excubitor* Linnaeus, 1758

Семейство Мухоловковые – Muscicapidae

Черноголовый чекан – *Saxicola torquata* (Linnaeus, 1766)

Семейство Овсянковые – Emberizidae

Дубровник – *Ocyris aureolus* Pallas, 1773



В новое издание Красной книги целесообразно впервые внести 10 видов. Среди гнездящихся на территории региона видов к настоящему времени произошло значительное сокращение численности у 8 видов. Отнесение ко 2-й категории редкости предполагается для серой утки (*Anas strepera*), полевого луны (*Circus cyaneus*), к 3-й – кобчика (*Falco vespertinus*), коростеля (*Crex crex*), травника (*Tringa totanus*), обыкновенной горлицы (*Streptopelia turtur*), сизоворонки (*Coracias garrulus*). Высказывается предположение о возможности размножения белого аиста [25] и степного подвида дербника. Виды находятся на границе своего ареала, однако какие-либо сведения о состоянии их популяций отсутствуют, поэтому было принято решение о придании им природоохранного статуса с присвоением 4-й категории как редким, малочисленным видам, динамика популяций которых неизвестна. Среди видов, которые впервые появятся на страницах третьего издания Красной книги Саратовской области, особенно следует упомянуть об овсянке-дубровнике, которая в последние годы значительно сократила численность в пределах своего ареала и находится на грани исчезновения вида [26]. В отношении объективных причин сокращения ареала овсянки дать однозначный ответ достаточно сложно. Предполагается, что в основе почти полного исчезновения вида после его необъяснимой миграции с запада на восток лежит целый комплекс причин [27–29]. Но многих орнитологов настораживает тот факт, что возникшая ситуация с дубровником может быть первым «звонком», за которым последует снижение численности других видов воробьиных птиц [29].

В целях оптимизации природоохранных действий и необходимости сосредоточения усилий на охране ключевых редких гнездящихся на территории региона видов птиц, разработки и реализации планов сохранения и восстановления их популяций было принято решение исключить из Красной книги Саратовской области очень редкие залетные виды птиц, появление которых в изучаемой области носит случайный единичный характер и происходит не чаще, чем через 20–40 лет. В результате невозможно планировать специальные меры охраны для этих видов на региональном уровне. К ним относятся: розовый (*Pelecanus onocrotalus*) и кудрявый (*Pelecanus crispus*) пеликаны, египетская цапля (*Bubulcus ibis*), обыкновенный фламинго (*Phoenicopterus roseus*), черная казарка (*Branta bernicla*), орлан-долгохвост (*Haliaeetus leucoryphus*), малый подорлик (*Aquila pomarina*), стервятник (*Neophron*

percnopterus), черный гриф (*Aegyptius monachus*), белоголовый сип (*Gyps fulvus*), кречет (*Falco rusticolus*), стерх (*Grus leucogeranus*). В то же время виды, занесенные в Красную книгу РФ и совершающие регулярные залеты или периодически мигрирующие через регион (чернозобая гагара (европейский подвид), колпица, каравайка, краснозобая казарка, пискулька, малый лебедь, сапсан, черноголовый хохотун, чеграва, серый сорокопут), остаются в списке охраняемых в регионе видов.

Из региональных списков охраны решено вывести вертлявую камышевку (*Acrocephalus paludicola*) и белую лазоревку (*Parus cyanus*), которые в предыдущем издании относились к очень редким слабоизученным видам с неизвестной динамикой популяций (4-я категория). Для вертлявой камышевки известны две встречи на территории региона в начале XXI в. [30], однако в последующий период в местах предполагаемого гнездования вид не встречался. Этот вид относится к стенотопному типу. Типичными местами обитания камышевки являются равнинные осоковые и вейниковые заболоченные участки с наличием густой травы высотой от 50 см и редким ивняком [31]. На территории изучаемого региона в настоящее время отсутствуют предпочитаемые видом местообитания. Несмотря на специальные исследования за последние 30 лет известны лишь три встречи кочующих в пойменных местообитаниях особей белой лазоревки. Низкая численность обусловлена специфическими требованиями к гнездовым биотопам и их ограниченной площадью [30].

Проведенные за десятилетний период исследования позволили пересмотреть категорию и статус у 22 видов. Сокращение численности произошло главным образом у видов степного и околородного комплекса: степного орла, красавки, дрофы, серого журавля, кулика-сороки, дупеля, большого веретенника. Стабилизировалась численность у европейского тювика, стрепета, степной тиркушки, воронка, что позволяет в новом издании отнести их к 3-й категории. Выявлены места гнездования и уточнена численность у зеленого дятла, клинтуха и черноголового чекана. Указанные виды планируется перевести в 1-ю, 2-ю и 3-ю категории охраны соответственно.

Как и в предыдущем издании Красной книги Саратовской области, меньше всего видов относится к группе птиц с восстановленной численностью, что, возможно, свидетельствует о неблагоприятном состоянии окружающей среды в регионе, когда объективно отсутствуют условия для стабилизации состояния популяций редких и



исчезающих представителей орнитофауны [32]. В планируемом издании в отношении статуса и категории редкости наиболее значима группа птиц (31 вид), которые являются редкими в регионе видами с отрицательной или положительной динамикой численности.

Список литературы

1. Методические рекомендации по ведению Красной книги субъекта Российской Федерации. М. : Мин-во природных ресурсов РФ, 2006. 20 с.
2. Красная книга Саратовской области : Грибы. Лишайники, Растения. Животные. Саратов : Изд-во Торг.-пром. палаты Сарат. обл., 2006. 528 с.
3. Аникин В. В., Березуцкий М. А., Завьялов Е. В., Киреев Е. А., Мосолова Е. Ю., Табачишин В. Г., Якушев Н. Н. Материалы по ведению Красной книги Саратовской области в 2008 году. Сообщение I. Новые сведения об охраняемых видах // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2009. Т. 11, № 1. С. 133–139.
4. Завьялов Е. В., Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Якушев Н. Н., Мосолова Е. Ю. Прогностическое моделирование процессов долговременной динамики распространения птиц на севере Нижнего Поволжья. Сообщение I. Ревизия современного состава орнитофауны. Краткие циклические колебания численности // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2009. Т. 9, вып. 1. С. 66–74.
5. Завьялов Е. В., Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Мосолова Е. Ю., Хомутова Т. Ю. Прогностическое моделирование процессов долговременной динамики распространения птиц на севере Нижнего Поволжья. Сообщение II. Трансформация ареалов под действием микро- и макроклиматических трендов и явлений. Экологический подход в прогнозировании и анализ историко-фаунистических пластов // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2009. Т. 9, вып. 2. С. 68–79.
6. Березуцкий М. А., Завьялов Е. В., Лукьянов С. Б., Ручин А. Б., Табачишин В. Г., Мосолова Е. Ю. Материалы по ведению Красной книги Саратовской области в 2008 году. Сообщение II. Новые сведения об охраняемых видах и редких таксонах, рекомендуемых к охране в регионе // Самарская Лука : проблемы региональной и глобальной экологии. 2010. Т. 19, № 4. С. 98–110.
7. Шляхтин Г. В., Захаров В. М., Завьялов Е. В., Беляченко А. В., Дмитриев С. Г., Мосолова Е. Ю., Кузнецов В. А. Влияние изменения климата на биоразнообразие птиц и млекопитающих севера Нижнего Поволжья // Успехи современной биологии. 2011. № 5. С. 453–459.
8. Лобачев Ю. Ю., Подольский А. Л. Значение водосборного бассейна малых рек в качестве рефугиумов региональной орнитофауны // XXI век : Итоги прошлого и проблемы настоящего. 2014. № 5 (21). С. 55–60.
9. Шляхтин Г. В., Захаров В. М., Аникин В. В., Беляченко А. В., Березуцкий М. А., Волков Ю. В., Дмитриев С. В., Завьялов Е. В., Кириллова И. М., Костецкий О. В., Кузнецов В. А., Макаров В. З., Мосолова Е. Ю., Табачишин В. Г., Чумаченко А. Н., Филипьев А. О., Хучраев С. О., Якушев Н. Н. Биоразнообразие и охрана природы в Саратовской области: эколого-просветительская серия для населения : в 3 кн. Кн. II. Особо охраняемые природные территории – рефугиумы для сохранения биологического разнообразия. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2010. 160 с.
10. Завьялов Е. В., Табачишин В. Г., Мосолова Е. Ю., Якушев Н. Н. Орнитофауна Национального парка «Хвалынский» (Саратовская область) // Проблемы сохранения биологического разнообразия Волжского бассейна и сопредельных территорий : материалы I Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием. Чебоксары : Новое время, 2010. С. 59–60.
11. Беляченко А. В., Мосолова Е. Ю., Беляченко А. А. Картографическое моделирование распределения видового разнообразия наземных позвоночных в национальном парке «Хвалынский» // Научные труды национального парка «Хвалынский». Саратов : ООО «Буква», 2014. Вып. 6, ч. I. С. 7–14.
12. Национальный парк «Хвалынский» : 20 лет. Саратов : Буква, 2014. 296 с.
13. Беляченко А. В., Мосолова Е. Ю., Беляченко А. А. Оптимизация территориальной структуры национального парка «Хвалынский» (Саратовская область) на основе моделирования распределения видового разнообразия наземных позвоночных // XXIX Любимцевские чтения. Современные проблемы эволюции и экологии : сб. материалов междунар. конф. ФГБОУ ВПО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова». Ульяновск, 2015. С. 271–278.
14. Мосолова Е. Ю., Беляченко А. В., Табачишин В. Г. Значение Национального парка «Хвалынский» (Саратовская область) в сохранении редких видов наземных позвоночных: состояние и перспективы развития // Научные труды Национального парка «Хвалынский». Саратов ; Хвалынский : «Амирит», 2015. Вып. 7. С. 169–173.
15. Завьялов Е. В., Табачишин В. Г., Мосолова Е. Ю., Якушев Н. Н. Распространение и относительная численность европейского тювика на севере Нижнего Поволжья // Изучение и охрана хищных птиц Северной Евразии : материалы V Междунар. конф. по хищным птицам Северной Евразии. Иваново, 2008. С. 230–231.
16. Завьялов Е. В., Табачишин В. Г., Мосолова Е. Ю. Экологическая адаптация среднего дятла (*Dendrocopos medius*) в ходе расселения в Нижнем Поволжье // Современные проблемы орнитологии Сибири и Центральной Азии : материалы IV Междунар. орнитол. конф. Улан-Удэ, 2009. С. 149–150.
17. Завьялов Е. В., Табачишин В. Г., Мосолова Е. Ю. Ди-



- намика распространения и современная численность степного (*Melanocorypha calandra*) и белокрылого (*Melanocorypha leucoptera*) жаворонков на севере Нижнего Поволжья // Поволж. экол. журн. 2007. № 4. С. 297–309.
18. Завьялов Е. В., Табачишин В. Г., Якушев Н. Н., Мосолова Е. Ю., Хрустов И. А. Распространение, современная численность и перспективы охраны серого сорокопута (*Lanius excubitor*) в Нижнем Поволжье // Биоразнообразие : проблемы и перспективы сохранения : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 135-летию со дня рождения И. И. Спрыгина : в 2 ч. Пенза, 2008. Ч. II. С. 244–246.
19. Опарин М. Л., Опарина О. С., Кондратенков И. А., Мамаев А. Б., Пискунов В. В. Факторы, обуславливающие многолетнюю динамику численности заволжской популяции дрофы (*Otis tarda* L.) // Поволж. экол. журн. 2012. № 3. С. 278–294.
20. Давиденко О. Н., Невский С. А., Пискунов В. В. О необходимости придания природоохранного статуса озеру Большой Морец // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Серия Химия. Биология. Экология. 2012. Т. 12, вып. 3. С. 68–79.
21. Беляченко А. В., Пискунов В. В., Беляченко А. А. Экспансия просянки *Miliaria calandra* и степного жаворонка *Melanocorypha calandra* в саратовском Правобережье // Рус. орнитол. журн. 2015. Т. 24, № 1118. С. 885–894.
22. Завьялов Е. В., Мосолова Е. Ю., Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Якушев Н. Н. Каталогизация зоологических коллекций. Вып. 1. Теоретические и практические подходы на примере изучения авифауны севера Нижнего Поволжья. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2006. 216 с.
23. Беляченко А. В., Шляхтин Г. В., Филипьев А. О., Мосолова Е. Ю., Мельников Е. Ю., Ермохин М. В., Табачишин В. Г., Емельянов А. В. Методы количественных учётов и морфологических исследований наземных позвоночных животных : учеб.-метод. пособие для полевой практики по зоологии позвоночных животных и самостоятельной науч. работы студентов биол. фак. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2014. 142 с.
24. Шляхтин Г. В., Аникин В. В., Беляченко А. В., Мосолова Е. Ю., Табачишин В. Г. Современное состояние биоразнообразия животного мира Саратовской области // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2014. Т. 14, вып. 1. С. 103–113.
25. Аникин В. В., Березуцкий М. А., Завьялов Е. В., Костецкий О. В., Мосолова Е. Ю., Ручин А. Б., Смирнов Д. Г., Табачишин В. Г., Шляхтин Г. В., Якушев Н. Н. Материалы по ведению Красной книги Саратовской области в 2007 году // Вестн. Мордов. ун-та. Сер. Биологические науки. 2008. № 2. С. 4–13.
26. Bird Life International European Red List of Birds. Luxembourg : Office for Off. Publ. of the Europ. Comm., 2015. 69 p.
27. Завьялов Е. В., Табачишин В. Г., Мосолова Е. Ю. Динамика распространения и некоторые аспекты экологии дубровника (*Emberiza aureola*) в пределах речных долин на севере Нижнего Поволжья // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2011. Т. 11, вып. 2. С. 112–116.
28. Чернышев В. М. Дубровник *Emberiza aureola* Pallas, 1773 // Красная книга Новосибирской области. Новосибирск : Арта, 2008. С. 260–261.
29. Kamp J., Oppel S., Ananin A. A., Durnev Y. A., Gashv S. N., Hölzel N. T., Mishchenko A. L., Pessa J., Smirrenski S. M., Strelnikov E. G., Timonen S., Wolanska K., Chan S. Global population collapse in a superabundant migratory bird and illegal trapping in China // Conservation Biology. 2015. doi: 10.1111/cobi.12537. P. 1–11.
30. Завьялов Е. В., Мосолова Е. Ю., Табачишин В. Г., Шляхтин Г. В., Якушев Н. Н. Птицы севера Нижнего Поволжья : в 5 кн. Кн. V. Состав орнитофауны. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2011. 360 с.
31. Калякин М. В. Вертялая камышевка *Acrocephalus paludicola* (Vieillot, 1817) // Красная книга Российской Федерации. Животные. М. : Изд-во «Астрель», 2001. С. 552–553.
32. Завьялов Е. В., Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Якушев Н. Н., Хрустов А. В., Пискунов В. В., Беляченко А. В. Редкие и исчезающие птицы на страницах Красной книги Саратовской области // Поволж. экол. журн. 2006. Вып. спец. С. 84–96.



УДК [591.9+599] (470.44)

РЕДКИЕ И ИСЧЕЗАЮЩИЕ ВИДЫ МЛЕКОПИТАЮЩИХ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ К ВНЕСЕНИЮ В ТРЕТЬЕ ИЗДАНИЕ КРАСНОЙ КНИГИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ



А. В. Беляченко¹, Г. В. Шляхтин¹, М. Л. Опарин²,
Д. Г. Смирнов³, Е. Ю. Мосолова¹, А. О. Филиппечев

¹Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского

E-mail:

²Саратовский филиал Института проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова РАН

E-mail:

³Пензенский государственный университет имени В. Г. Белинского

Приводится список видов млекопитающих, рекомендуемых к внесению в третье издание Красной книги Саратовской области. Обосновывается необходимость расширения и изменения списка охраняемых таксонов по сравнению со вторым изданием Красной книги.

Ключевые слова: млекопитающие, охраняемые виды, Красная книга, Саратовская область.

The Rare and Endangered Species of Mammals Recommended for Entering into the Third Edition of the Red Book of the Saratov Region

A.V. Belyachenko, G. V. Shlyaktin, M. L. Oparin,
D. G. Smirnov, E. J. Mosolova, A. O. Filipechev

The list of species of the mammals recommended for entering into the third edition of the Red List of the Saratov region is provided. The necessity to correct and extend the protected taxon list in comparison with the second edition is substantiated.

Key words: mammals, protected species, Red Book, Saratov region.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-329-333

Динамика фауны млекопитающих на территории Саратовской области относительно хорошо прослежена на протяжении почти полутора веков. В настоящее время в регионе зарегистрировано обитание 84 видов – из отрядов: Насекомоядных – 9, Рукокрылых – 14, Зайцеобразных – 3, Грызунов – 34, Хищных – 18, Парнокопытных – 6.

Охрана редких и исчезающих видов млекопитающих опирается на надёжную правовую основу, которая была заложена учёными-зоологами нашей области и сотрудниками Комитета охраны окружающей среды и природных ресурсов, создавшими первую региональную Красную книгу [1]. Её второе издание осуществлено через десять лет, в 2006 г., в соответствии с пониманием важности периодической ревизии состояния

охраняемых животных [2, 3]. Сейчас собраны фактические материалы для третьего издания, которое планируется к опубликованию в 2016 г. Это позволяет говорить о существующем масштабном мониторинге состояния териофауны в целом, а также редких, уязвимых видов на региональном уровне.

За двадцатилетний период состав охраняемых млекопитающих и их статус не могли не измениться [4–6]. Прежде всего к этому приводит естественная природная динамика численности и пространственного распределения многих зверей. Например, существуют хорошо известные многолетние циклы мелких кунных хищников, связанные с колебаниями обилия их основного кормового ресурса – мышевидных грызунов. В свою очередь, некоторые грызуны, такие как крапчатый и малый суслики, на территории нашего региона заметно снизили численность из-за сложных природно-климатических флуктуаций [7]. Наиболее сильным природным воздействием на млекопитающих стала аномальная засуха 2010 г., которая сопровождалась многочисленными пожарами на значительных площадях степей, лесов и лесопосадок региона.

С другой стороны, в период социальных коллизий, которые переживает наша страна, на экосистемы и существующих в них млекопитающих заметно усилилось негативное влияние не всегда разумной и продуманной хозяйственной деятельности. Во многих районах коренным образом поменялась система севооборотов и агротехнических приёмов, огромные массивы пашни превратились в залежи, тысячи гектаров были сданы в аренду приезжим «хозяевам», для которых правильное природопользование остаётся на последнем месте. В охотничьих хозяйствах, фактически отданных в бессрочное пользование частным владельцам, почти не осталось грамотных егерей и охотоведов. В результате животный мир, в том числе редкие, охраняемые виды млекопитающих, часто страдают от браконьерства или, напротив, численность охотничье-промысловых зверей настолько возрастает из-за нерациональной избыточной подкормки, что в их популяциях



развиваются эпизоотии. Так произошло в 2015 г. во многих районах саратовского Правобережья, когда от африканской чумы свиней погибли сотни кабанов.

Наконец, за годы исследовательской работы зоологи стали лучше знать биологию многих редких млекопитающих, что позволяет более эффективно решать вопросы их сохранения. За последние десять лет вышла обширная региональная сводка по млекопитающим севера Нижнего Поволжья [8], учебно-краеведческий атлас Саратовской области [9], учебно-методическое пособие по методам учёта численности и морфологическим исследованиям позвоночных животных [10], монографическое описание фауны позвоночных национального парка «Хвалынский» [11]. Картографическими методами изучены особенности пространственного распределения аномалий видовой плотности млекопитающих в южной части Приволжской возвышенности, установлена связь этих аномалий с энтропией ландшафтов. Особое внимание было уделено особенностям распространения редких и охраняемых видов [12, 13]. Практическая значимость этих работ подтвердилась достоверными прогнозами изменений видовой плотности млекопитающих в зоне строительства магистрального газопровода [14] и разработанными предложениями по оптимизации территориальной структуры национального парка «Хвалынский» (Саратовская область) на основе моделирования распределения видового разнообразия наземных позвоночных, в том числе млекопитающих [15]. Продолжились работы по изучению «краснокнижных» видов: выявлены особенности структуры локальных популяций европейской норки [16], азиатского барсука [17], некоторых редких видов куных [18, 19]. Важными вехами подготовки третьего издания Красной книги стали монография, подводящая итоги изучению особо охраняемых природных территорий Саратовской области [20], многолетние исследования влияния климата на разнообразие млекопитающих [7] и статья, посвящённая современному состоянию биоразнообразия животного мира нашего региона [21]. Сотрудниками Саратовского филиала Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН были расширены и углублены исследования мелких грызунов на севере Нижнего Поволжья и в степях Волго-Уральского междуречья [22–24], проанализированы и опубликованы результаты многолетних исследований по вековой динамике некоторых видов млекопитающих [25, 26]. Накопленные полевые данные, теоретическое обобщение оригиналь-

ных сведений, содержащихся в перечисленных выше публикациях, а также многочисленные консультации с ведущими териологами нашей области и сопредельных регионов позволили составить список редких и нуждающихся в охране млекопитающих. Систематика видов и порядок их перечисления приводятся в соответствии с «Систематикой современных млекопитающих» И. Я. Павлинова [27].

Список видов и подвидов млекопитающих севера Нижнего Поволжья, рекомендуемых к внесению в третье издание Красной книги Саратовской области

**КЛАСС МЛЕКОПИТАЮЩИЕ –
МАММАЛИА**

**Отряд Насекомоядные – Eulipotyphla
Семейство Ежиные –
Erinaceidae Fischer, 1817**

Ёж ушастый – *Hemiechinus auritus* Gmelin, 1770

**Семейство Землеройковые –
Soricidae Fischer, 1817**

Кутора обыкновенная – *Neomys fodiens* Pennant, 1771

Семейство Кротовые – Talpidae Fischer, 1817
Выхухоль русская – *Desmana moschata* Linnaeus, 1758

**Отряд Зайцеобразные – Lagomorpha
Семейство Пищуховые – Ochotonidae**

Пищуха малая – *Ochotona pusilla* Pallas, 1769

Отряд Грызуны – Rodentia

Семейство Белчьи – Sciuridae

Белка обыкновенная – *Sciurus vulgaris* Linnaeus, 1758

Суслик желтый – *Spermophilus fulvus* Lichtenstein, 1823

Суслик крапчатый – *Spermophilus suslicus* Guldenstaedt, 1770

Приволжский сурок-байбак (локальные популяции) – *Marmota bobak kozlovi* Fokanov, 1966

Семейство Соневые – Gliridae

Соня-полчок – *Glis glis* Linnaeus, 1766

**Семейство Тушканчики пятипалые –
Allactagidae**

Тушканчик малый – *Allactaga elater* Lichtenstein, 1825

Тарбаганчик – *Pygeretmus pumilio* Kerr, 1792

Отряд Рукокрылые – Chiroptera

Семейство Кожановые – Vespertilionidae

Ночница прудовая – *Myotis dasycneme* Boie, 1825

Вечерница гигантская – *Nyctalus lasiopterus* Schreber, 1780



Отряд Хищные – Carnivora

Семейство Псовые – Canidae

Корсак (правобережные популяции) – *Vulpes corsac* Linnaeus, 1768

Шакал – *Canis aureus* Linnaeus, 1758

Семейство Куньи – Mustelidae

Ласка южная (заволжские популяции) – *Mustela nivalis vulgaris* Erxleben, 1777

Горноста́й (заволжские популяции) – *Mustela erminea* Linnaeus, 1758

Норка среднерусская европейская *Mustela lutreola novikovi* Ellermann et Morrisson-Scott, 1951

Хорь степной – *Mustela eversmanni* Lesson, 1827

Перевязка – *Vormela peregusna* Guldenstaedt, 1770

Барсук азиатский – *Meles leucurus* Hodgson, 1847

Выдра речная – *Lutra lutra* Linnaeus, 1758

Семейство Кошачьи – Felidae

Кот степной – *Felis libyca* Forster, 1780

Рысь обыкновенная – *Lynx lynx* Linnaeus, 1758

Отряд Парнокопытные – Artiodactyla

Семейство Олени Cervidae

Косуля европейская – *Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758

Семейство Полорогие – Bovidae

Сайгак – *Saiga tatarica* Linnaeus, 1758

В перечень включены 26 видов и подвидов млекопитающих шести отрядов. Наиболее разнообразны хищники – 9 видов и 2 подвида из трёх семейств. Грызуны представлены 6 видами и 1 подвидом трёх семейств, насекомоядные – 3 видами, рукокрылые и парнокопытные – 2 видами, зайцеобразные включают 1 вид. Наряду с таксономической дифференциацией, млекопитающие были разбиты на три группы: статус которых не изменился – 20, с изменением статуса – 1, вносятся впервые – 5.

Предлагается изменить статус тушканчика малоого: с 3-го (малочисленные, угнетённые виды) на 4-й (очень редкие, редкие, малочисленные виды, динамика популяций которых неизвестна). За прошедшее десятилетие этот вид на юго-востоке нашей области был учтён на маршруте в оптимальном местообитании только один раз и больше никакими сведениями о нём авторы не располагают.

Современное состояние 5 видов делает необходимым впервые рекомендовать их к включению в приведённый выше список. В предшествующий период, ещё при подготовке второго издания

Красной книги, был составлен аннотированный перечень видов млекопитающих, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде [4, 5]. В него включены вечерница гигантская, корсак и ласка.

Вечерницу гигантскую в настоящее время не относят к видам, обитающим в нашем регионе. Учитывая основные пути миграций массовых перелетных видов рукокрылых в Поволжье [28] с большой вероятностью можно предполагать, что в период весенних и осенних пролётов вдоль долины р. Волги территория Саратовской области используется гигантской вечерницей как транзитная [29, 30]. Не исключено, что в подходящих стациях некоторые особи могут оставаться и на все лето. Кроме того, вечерницу рекомендовали к внесению в список охраняемых видов Саратовской области в результате исследований по ведению Красной книги [6]. Поэтому вид получает 6-ю категорию: занесённый в Красную книгу РФ [31], чьё размножение в Саратовской области не зарегистрировано, но который систематически или редко встречается здесь в период миграций.

Корсак несколько десятилетий назад был обычным, спорадически распространённым видом севера Нижнего Поволжья. В начале XXI в. его численность, по данным службы охотничьего надзора, сократилась примерно вдвое [8]. Правобережные популяции оказались в глубокой депрессии после 2010 г., когда в европейской части России было аномально жаркое и засушливое лето. Животные пострадали также от массовых пожаров и степных «палов». Рекомендуются к внесению в Красную книгу правобережные популяции корсака с 3-й категорией: малочисленный, угнетённый вид с относительно стабильным ареалом, численность которого стабильна, медленно снижается или возрастает. Вид внесён в Красный список МСОП со статусом LC [32].

Ласка южная уже была в Красной книге 1996 г., но потом в издании 2006 г. выведена из списка охраняемых млекопитающих из-за некоторого подъёма численности. Однако нестабильное состояние её популяций, особенно в саратовском Заволжье, определяло необходимость организации мониторинга подвида. В настоящее время локальные популяции ласки южной обитают в глосесополосе и некоторых населённых пунктах Левобережья. Численность находится на стабильно низком уровне, подвид рекомендуется внести в перечень с 3-й категорией.

Барсук азиатский вошёл в число охраняемых видов Красной книги Саратовской области [3] в качестве подвида барсука обыкновенного под названием барсук песчаный – *Meles meles*



leucurus Satunin, 1895 [33]. В настоящее время считавшийся ранее монотипичным видом барсук обыкновенный по морфологическим, краниометрическим и генетическим признакам разделён на три обособленных вида, одним из которых является барсук азиатский (*Meles leucurus* Hodgson, 1847). Этот вид спорадично распространён на территории саратовского Левобережья, выявлена обширная зона симпатрии с европейским барсуком [17]. Рекомендована 4-я категория, вид внесён в Красный список МСОП с категорией LC [34].

Сайгак на территории Саратовской области относится к Волго-Уральской популяции. Встречается в Александрово-Гайском и Новоузенском районах во время редких, нерегулярных заходов из Западного Казахстана, которые происходят раз в три-четыре года. Размножение носит предположительный характер. В 2002, 2003, 2008 гг. в Красном списке МСОП получал высшую «критическую» категорию CR – вид, находящийся под угрозой исчезновения [35]. Рекомендуется к внесению в перечень с 1-й категорией – очень редкий, исчезающий вид.

Список литературы

1. Красная книга Саратовской области : Растения, грибы, лишайники. Животные. Саратов : Изд-во «Детская книга», 1996. 264 с.
2. Флинт В. Е., Присяжнюк В. Е. Совершенствование методологических основ и методических приемов ведения Красных книг (раздел «Позвоночные животные») // Изучение редких животных в РСФСР : материалы к Красной книге. М. : ЦНИЛ охот. хоз. и заповедников, 1991. С. 51–66.
3. Красная книга Саратовской области : Грибы, лишайники. Растения. Животные. Саратов : Изд-во Торг-пром. палаты Саратов. обл., 2006. 528 с.
4. Беляченко А. В., Завьялов Е. В. Аннотированный перечень таксонов и популяций животных, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде. Класс Млекопитающие – Mammalia // Красная книга Саратовской области : Грибы. Лишайники, Растения. Животные. Саратов : Изд-во Торг-пром. Палаты Саратов. обл., 2006. С. 521.
5. Беляченко А. В., Шляхтин Г. В., Опарин М. Л., Ильин В. Ю., Завьялов Е. В., Быстракова Н. В., Ермаков О. А., Лукьянов С. Б., Смирнов Д. Г., Семихатова С. Н., Филипьев А. О., Сонин К. А., Титов С. В. Редкие и исчезающие виды млекопитающих, рекомендуемые к внесению во второе издание Красной книги Саратовской области // Поволж. экол. журн. 2006. № 5. С. 97–107.
6. Аникин В. В., Березуцкий М. А., Завьялов Е. В., Костецкий О. В., Мосолова Е. Ю., Ручин А. Б., Смирнов Д. Г., Табачишин В. Г., Шляхтин Г. В., Якушев Н. Н. Материалы по ведению Красной книги Саратовской области в 2007 году // Вестн. Мордов. ун-та. 2008. № 2. С. 4–13.
7. Шляхтин Г. В., Завьялов Е. В., Беляченко А. В., Дмитриев С. Г., Мосолова Е. Ю., Кузнецов В. А. Влияние изменения климата на биоразнообразие птиц и млекопитающих севера Нижнего Поволжья // Успехи современной биологии. 2011. Т. 131, № 5. С. 453–549.
8. Шляхтин Г. В., Ильин В. Ю., Опарин М. Л., Беляченко А. В., Быстракова Н. В., Ермаков О. А., Завьялов Е. В., Захаров К. С., Кайбелева Э. И., Кошкин В. А., Курмаева Н. М., Лукьянов С. Б., Мосолова Е. Ю., Опарина О. С., Семихатова С. Н., Смирнов Д. Г., Сонин К. А., Табачишин В. Г., Титов С. В., Филипьев А. О. Млекопитающие севера Нижнего Поволжья : 3 кн. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2009. Т. 1. Кн. I. Состав териофауны. 248 с.
9. Аникин В. В., Акифьева Е. В., Афанасьева А. Н., Башкатов А. Н., Беляченко А. В., Березуцкий М. А., Болдырев В. А., Волков Ю. В., Гольдин В. Е., Гусев В. А., Данилов В. А., Демин А. М., Ермолаева Е. И., Завьялов Е. В., Затонский В. А., Казимирова Н. Е., Каменских Т. Г., Каргашина М. А., Конопацкова О. М., Крысанова Т. Д. Учебно-краеведческий атлас Саратовской области / гл. ред. А. Н. Чумаченко, отв. ред. В. З. Макаров. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2013. 144 с.
10. Беляченко А. В., Шляхтин Г. В., Филипьев А. О., Мосолова Е. Ю., Мельников Е. Ю., Ермохин М. В., Табачишин В. Г., Емельянов А. В. Методы количественных учётов и морфологических исследований наземных позвоночных животных : учеб.-метод. пособие для полевой практики по зоологии позвоночных животных и самостоятельной научной работы студ. биол. фак. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2014. 142 с.
11. Аникин В. В., Беляченко А. А., Беляченко А. В., Завьялов Е. В., Кабанов С. В., Кузин Н. Л., Лавров В. Е., Макаров В. З., Малаховский П. Д., Мальшева Г. С., Мосолова Е. Ю., Непочатых В. А., Савинов В. А., Сельцер В. Б., Серова Л. А., Сулейманова Г. Ф., Табачишин В. Г., Фролова Т. Д., Худякова Л. П., Чувашкина И. А. Национальный парк «Хвалынский» : 20 лет. Саратов : Изд-во ООО «Буква», 2014. 296 с.
12. Беляченко А. В. Пространственное распределение аномалий плотности видов птиц и млекопитающих в бассейнах рек южной части Приволжской возвышенности // Поволж. экол. журн. 2008. № 3. С. 167–177.
13. Беляченко А. В. Пространственная связь аномалий плотности видов птиц и млекопитающих с энтропией ландшафтов бассейнов рек южной части Приволжской возвышенности // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2010. Т. 10, вып. 2. С. 43–52.
14. Беляченко А. В., Шляхтин Г. В., Мосолова Е. Ю., Березуцкий М. А., Машиурчак Н. В., Баталов А. Е. Оценка видового разнообразия птиц и млекопитающих и прогноз его изменения в зоне строительства магистрального газопровода в южной части Приволжской возвышенности // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2012. Т. 12, вып. 1. С. 88–97.



15. Беляченко А. В., Мосолова Е. Ю., Беляченко А. А. Оптимизация территориальной структуры национального парка «Хвалынский» (Саратовская область) на основе моделирования распределения видового разнообразия наземных позвоночных // XXIX Любимцевские чтения. Современные проблемы эволюции и экологии : сб. материалов междунар. конф. ФГБОУ ВПО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова». Ульяновск, 2015. С. 271–278.
16. Беляченко А. В., Филипьев А. О. Современное распространение и экология европейской норки (*Mustella lutreola* L.) на севере Нижнего Поволжья // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2011. Т. 11, вып. 1. С. 70–79.
17. Филипьев А. О., Беляченко А. В., Захаров К. С. Сравнение пространственного размещения европейского (*Meles meles* L.) и азиатского (*M. leucurus* Hodgson) барсуков севера волжско-уральского междуречья // Биоразнообразие наземных и водных животных. Зооресурсы : III Всерос. науч. интернет-конф. с междунар. участием. Казань : ИП Синяев Д. Н., 2015. С. 61–66.
18. Филипьев А. О., Беляченко А. В., Захаров К. С. Особенности пространственного распределения некоторых видов кунных (Carnivora, Mustelidae) на севере Нижнего Поволжья // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2010. Т. 10, вып. 1. С. 24–28.
19. Филипьев А. О. Размеры индивидуальных участков и особенности используемых убежищ некоторых видов кунных (Carnivora, Mustelidae) на севере Нижнего Поволжья // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2012. Т. 12, вып. 4. С. 39–44.
20. Шляхтин Г. В., Захаров В. М., Аникин В. В., Беляченко А. В., Березуцкий М. А., Волков Ю. В., Дмитриев С. В., Завьялов Е. В., Кириллова И. М., Костецкий О. В., Кузнецов В. А., Макаров В. З., Мосолова Е. Ю., Табачишин В. Г., Чумаченко А. Н., Филипьев А. О., Хучраев С. О., Якушев Н. Н. Биоразнообразие и охрана природы в Саратовской области : эколого-просветительская серия для населения : в 4 кн. Кн. 2. Особо охраняемые природные территории – рефугиумы для сохранения биологического разнообразия / под ред. Г. В. Шляхтина. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2010. 160 с.
21. Шляхтин Г. В., Аникин В. В., Беляченко А. В., Мосолова Е. Ю., Табачишин В. Г. Современное состояние биоразнообразия животного мира Саратовской области // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2014. Т. 14, вып. 1. С. 103–112.
22. Цветкова А. А., Опарин М. Л., Опарина О. С. Роль мелких млекопитающих в природных и антропогенных ландшафтах саратовского Правобережья // Экология. 2008. № 2. С. 134–140.
23. Опарин М. Л., Опарина О. С. Роль антропогенных и природных факторов в изменении распространения мезофильных грызунов в степях Волго-Уральского междуречья // Изв. РАН. Сер. биол. 2009. № 4. С. 453–461.
24. Цветкова А. А. Динамика численности и структура населения мышевидных грызунов в пойменных лесах и степях Прихопёрья // Поволж. экол. журн. 2012. № 4. С. 437–446.
25. Опарин М. Л., Опарина О. С., Матросов А. Н., Кузнецов А. А. Динамика фауны млекопитающих степей Волго-Уральского междуречья за последнее столетие // Поволж. экол. журн. 2010. № 1. С. 71–85.
26. Цветкова А. А., Опарин М. Л. Динамика населения мелких млекопитающих в степной зоне Заволжья // Научное обозрение. 2014. № 10-1. С. 8–14.
27. Павлинов И. Я. Систематика современных млекопитающих. 2-е изд. М. : Изд-во МГУ, 2006. 297 с.
28. Ильин В. Ю., Смирнов Д. Г. Пролет двух лесных видов рукокрылых в междуречье Волги и Урала // Plecotus. 2010. № 13. С. 34–37.
29. Стрелков П. П., Ильин В. Ю. Рукокрылые (Chiroptera, Vespertilionidae) юга Среднего и Нижнего Поволжья // Фауна, систематика, и эволюция млекопитающих. Тр. ЗИН РАН. 1990. Т. 225. С. 42–167.
30. Смирнов Д. Г., Вехник В. П. К вопросу о трофической экологии и хищничестве гигантской вечерницы (*Nyctalus lasiopterus*) в России // Изв. РАН. Сер. биол. 2013. № 2. С. 227–234.
31. Красная книга Российской Федерации. Животные. М. : АСТ, Астрель, 2001. 863 с.
32. The IUCN 2015 The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.4. URL: <http://www.iucnredlist.org/details/23051/0> (дата обращения: 01.04.2016).
33. Филипьев А. О. Барсук песчаный – *Meles meles leucurus* Satunin, 1895 / Красная книга Саратовской области : Грибы. Лишайники, Растения. Животные. Саратов : Изд-во Торг.-пром. палаты Саратов. обл., 2006. С. 474–475.
34. The IUCN 2015 The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.4. URL: <http://www.iucnredlist.org/details/136385/0> (дата обращения: 01.04.2016).
35. The IUCN 2015 The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.4. URL: <http://www.iucnredlist.org/details/19832/0> (дата обращения: 01.04.2016).



ЭКОЛОГИЯ

УДК 666.94

УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Ю. Бочкова, Г. А. Севрюкова

Волгоградский государственный технический университет
E-mail: anuta3137@yandex.ru.

Рассмотрены экономические и экологические аспекты проблем использования топливо-содержащих отходов как альтернативного топлива (RDF) в цементной промышленности на примере ОАО «Серебряковцемент» в Михайловском районе Волгоградской области.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, альтернативное топливо, цементная промышленность, экология, ресурсосбережение.

Management of the Resource Potential of Municipal Solid Waste of the Volgograd Region

A. Yu. Bochkova, G. A. Sevryukova

Considered the economic and environmental aspects of the use of fuel-containing waste as alternative fuel (RDF) in the cement industry on the example of JSC «Serebryakovcement».

Key words: municipal solid waste, alternative fuel, cement industry, ecology, conservation.

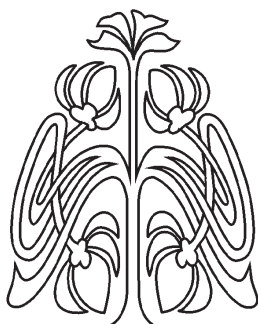
DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-334-337

Резкий рост потребления привел в последние десятилетия к существенному увеличению объемов образования твердых бытовых отходов (ТБО). В настоящее время общая масса отходов, поступающих в биосферу, достигает геологического масштаба и составляет примерно 340 млн т в год. Поэтому проблема обезвреживания твердых бытовых отходов является одной из важнейших [1].

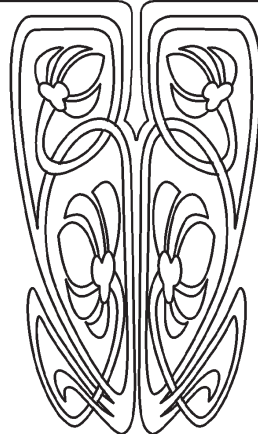
Существуют различные методы утилизации ТБО. Выбор способа утилизации зависит от экономической ситуации, состава отходов, хозяйственной политики, ресурсной базы и культуры населения. К наиболее часто применяемым методам относятся захоронение (складирование), сжигание и компостирование, совмещенное с сепарацией [2].

Для эффективного обезвреживания отходов необходимы технологии, наносящие минимальный экологический ущерб окружающей природной среде, имеющие низкие капитальные затраты и позволяющие получать прибыль. Разнообразие отходов по химическому составу не позволяет создать универсальную технологию утилизации ТБО [3].

В Волгограде создана более или менее надежная служба, обеспечивающая очистку территорий от ТБО в соответствии с санитарными нормами. Однако не менее важное звено в цепи удаления отходов – собственно их переработка – оставалось без должного развития. Практически единственным способом конечного обез-



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





вреживания ТБО на протяжении десятилетий оставался их открытый сброс на свалки, представляющие собой технологически несовершенные и экологически опасные объекты. Частично отходы вывозятся на загородные полигоны и свалки, предназначенные для их захоронения (246,2 тыс. т/год), частично они попадают в места неорганизованного хранения (12,1 тыс. т/год). Наконец, еще часть отходов просто остается на территории города [4].

На сегодняшний день в Волгоградской области структура регионального реестра объектов размещения отходов насчитывает 716 объектов. По типам объекты представляют собой: 10 полигонов размещения промышленных отходов; 14 накопителей жидких и пастообразных неорганических отходов перерабатывающих производств; 1 накопитель жидких и пастообразных органических отходов; 6 лицензированных полигонов твердых бытовых отходов; 685 площадок (свалок) для временного накопления отходов [4].

Мелкие стихийные свалки, к сожалению, учету не поддаются, но их общий вклад в загрязнение природной среды весьма значителен [5].

Общая площадь объектов размещения отходов, учтенных в региональном реестре объектов размещения отходов 2453,6 га (0,02% всей территории области).

На большинстве объектов отсутствуют специальные природоохранные сооружения и системы экологического мониторинга. Все это резко ухудшает их экологические и технические параметры, делает опасными для состояния окружающей среды и здоровья населения на прилегающих территориях [6].

В условиях структурных изменений экономики России, а именно повышения цен на бензин, природный газ и электричество, вопросы привлечения альтернативных источников энергии в топливный баланс страны приобретают приоритетное значение. При этом многие из относящихся к альтернативным источникам при их использовании снижают не только экономическую составляющую, но и экологическую нагрузку на окружающую среду.

Исследования ряда специалистов показали, что суммарная доля трех главных природных энергоносителей – нефти, природного газа и угля – в структуре российского энергопотребления сократилась с 93 до 88%. При этом удельный вес природного газа в общем энергопотреблении увеличился на 11%, а удельный вес нефти и угля сократился на 49 и 58% соответственно. За последние шесть лет цены на газ для конечных потребителей выросли на 60%. Если разбить

тарифную историю по годам, то получится, что в 2010 г. – 20%, 2011, 2012 и 2013 гг. – 15%, 2014 и 2015 гг. – 7% [7, с. 8].

Сложившаяся ситуация обуславливает актуальность постановки вопроса о замене ископаемого источника энергии – природного газа – альтернативным топливом – твердое восстановленное топливо (англ. Refused Derived Fuel – RDF), с целью сокращения доли стоимости топлива в себестоимости выпускаемой продукции.

Твердые бытовые отходы в своем составе содержат значительное количество компонентов, пригодных после соответствующей сортировки и переработки для повторного использования, а также в качестве топлива. В состав твердых бытовых отходов в регионе входят (в процентном соотношении): бумага и картон – 37, пищевые отходы – 30,6, древесина – 1,9, металлы – 3,8, текстиль – 5,4, стекло – 3,7, кожа и резина – 0,5, камни и керамика – 0,8, искусственные материалы (в основном полиэтилен) – 5,2, другие материалы (батарейки, лом аккумуляторов и иное) – 10 [8, с. 77].

В 2007 г. в Германии в качестве альтернативного топлива для обжига цементного клинкера было использовано всего 1269 тыс. т топливосодержащих отходов (ТСО). Из них: изношенных шин и резины – 234 тыс. т, отработанных масел – 128, отработанных фракций из промышленных и ремесленных отходов (пластиков, бумаги, текстиля и др.) – 418, переработанных фракций из бытовых отходов – 102, животной муки и жиров – 245, утиля древесины – 72, растворителей – 33, подзолов – 29, прочих отходов – 8 тыс. т [9].

Вышеперечисленные обстоятельства позволяют цементным заводам получать большинство горючих отходов или бесплатно, или даже с доплатой за их утилизацию, так как использование цементных заводов для этой цели обходится как местным властям, так и предприятиям дешевле, чем утилизация в специальных установках с дорогостоящей технологией и значительными капитальными затратами на их строительство.

В вопросе размещения такого производства ключевую роль играет наличие потребителя. В цепочке ТБО – RDF – Потребитель должна быть снижена транспортная составляющая. В связи с чем предлагается разместить производство RDF из ТБО мощностью 200 тыс. т в год на действующем полигоне города Волгограда. Готовое топливо RDF будет перевозиться на цементный завод ОАО «Серебряковцемент», расположенный в Михайловском районе Волгоградской области. Это снижает транспортные расходы, как на транспортировку ресурса, так и готового RDF.

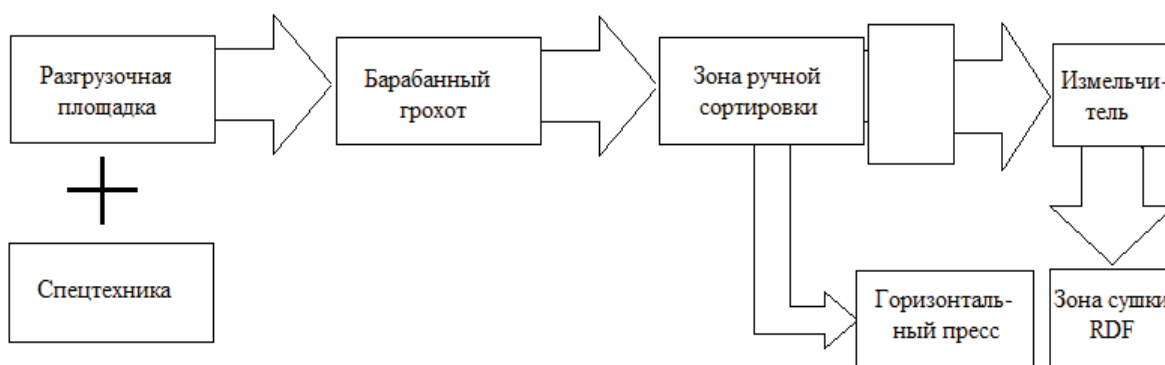


RDF – это специально подготовленные для сжигания отходы. Для их подготовки нужна определенная технологическая линия, так как сами отходы далеко не однородны и в них не все пригодно для RDF. Отходы состоят из нескольких очень разнообразных компонентов. Помимо горючих фракций (бумага, картон, резина и древесные отходы) там присутствуют различные количества инертных материалов (песок, камень, керамика, стекло, черные и цветные металлы) и органические влажные материалы (пищевые и бытовые отходы, отходы садоводства). Инертные и мокрые органические фракции не подходят для топлива.

Основной задачей технологической линии является сортировка ТБО путем ручной сортировки и (или) воздушной сепарации.

Прежде всего отбирают из потока приходящего мусора высоколиквидные фракции (ПЭТ, ПП, сухой картон и бумага). Затем остальные горючие фракции (упаковка, ветошь, древесина, листва и т.д.) отделяют от негорючих компонентов, после чего измельчают и сушат.

За практическую основу применения технологии получения RDF взяты сортировочные линии в Эстонии [10]. Минимальная технологическая линия по производству RDF должна состоять из узлов, показанных на рисунке.



Принципиальная схема линии сортировки мусора и его измельчения в RDF

После разгрузки мусоровоза, с помощью трактора или манипулятора мусор подается на транспортную ленту и проходит стадии сортировки, измельчения и сушки.

Когда масса высохнет, ее можно считать полноценным RDF и отправлять на цементный завод для сжигания. Цементный завод должен быть оборудован для этого системой подачи твердого топлива и удаления зольного остатка.

Переход на альтернативные источники энергии дает возможность получить экономию на энергоносителях и уменьшить зависимость производства от их поставок. При этом необходимо отметить, что технологии и оборудование для подготовки ТБО в России должны отличаться от принятых в Европе, что обусловлено различием морфологического состава ТБО в России и странах ЕС.

В настоящее время утверждена муниципальная программа «Охрана окружающей среды Городищенского муниципального района Волгоградской области на 2016–2020 годы», одним из программных мероприятий которой стала организация утилизации и переработки бытовых и промышленных отходов в топливо.

Ориентировочно площадка будет находиться на 13 километре трассы Волгоград–Москва. Машины будут приезжать на приемный пункт, разгружать мусор и уезжать. Мусор же будет перерабатываться в топливо [11].

Список литературы

1. Ильиных Г. В., Коротаев В. Н., Слюсарь Н. Н. Современные методические подходы к анализу морфологического состава твердых бытовых отходов с целью оценки их ресурсного потенциала // Экология и промышленность России. 2012. № 7. С. 40–45.
2. Лунатова Т. Н. Организация и совершенствование системы переработки твердых бытовых отходов населением крупного города как направление политики энергоресурсосбережения // Вестн. Казан. технол. ун-та. 2014. Т. 17, вып. 8. С. 201–206.
3. Шубов Л. Я., Ставронский М. Е., Шехирев Д. В. Технологии отходов (Технологические процессы в сервисе) : учебник / Моск. гос. ун-т сервиса. М., 2006. 411 с.
4. Доклад «О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2014 году» / ред. кол. П. В. Вергун [и др.] ; Комитет природных ресурсов и экологии Волгоградской области. Волгоград : «СМОТРИ», 2015. 300 с.



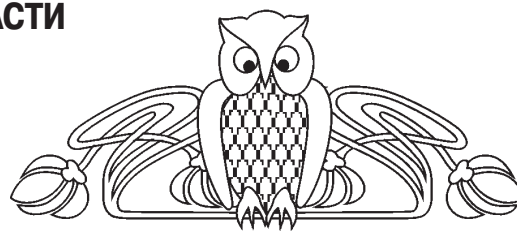
5. В Волгоградской области открыли первый современный полигон ТБО. В регионе решается проблема вывоза и ликвидации твердо-бытовых отходов. URL: <http://volgasib.ru/economic/19442-v-volgogradskoj-oblasti-otkryli-pervyj-sovremennyj-poligon-tbo-.html> (дата обращения: 10.12.2015).
6. Жамалетдина А. К. Современные проблемы захоронения твердых бытовых отходов и состояние окружающей среды Московского региона // Охрана окружающей среды. Экология человека. 2002. № 2. С. 30–34.
7. Будущее возобновляемой энергетики в России. IV ежегодная конференция. URL: <http://www.bigpow-energy.ru/news/document44727.phtml> (дата обращения: 10.12.2015).
8. Швагерус П. В. Методы государственного регулирования по использованию твердых бытовых отходов // Экономика и экономические науки. 2011. № 11. С. 77–82.
9. Альтернативное топливо и его применение при производстве цемента : альтернативы использования альтернативного топлива нет. URL: <http://www.giprocement.ru/about/articles.html/p=6> (дата обращения: 10.12.2015).
10. Эстония в ЕС : Обращение с бытовыми отходами. URL: <http://www.technobalt.ee/public/uudised/magazineclause.pdf> (дата обращения: 10.12.2015).
11. Приказ от 17 марта 2015 г. № 189 «Об утверждении комплексной стратегии развития сферы обращения с твердыми бытовыми (коммунальными) отходами на территории Волгоградской области на период до 2020 года». URL: <http://oblkompriroda.volganet.ru/upload/iblock/cb2/kompleksnaya-strategiya.docx> (дата обращения: 16.01.2016).

УДК 630*181

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И СОСТОЯНИЕ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА САРАТОВА

Г. Н. Заигралова, С. В. Кабанов

Саратовский государственный аграрный университет имени
Н. И. Вавилова
E-mail: dorovoles@yandex.ru



Приведены результаты обследования зеленых насаждений на трех объектах, расположенных в центре города Саратова (в Детском парке и на трех бульварах – по ул. Рахова, ул. Астраханской и на Набережной Космонавтов). Видовой состав деревьев и кустарников включает 58 видов, относящихся к 38 родам и 20 семействам. Отмечена тенденция постепенного увеличения видового разнообразия зеленых насаждений общего пользования. Изучены биометрические показатели деревьев (высота, диаметр ствола, диаметр кроны) и их жизненное состояние. Лучшее состояние на всех обследованных объектах отмечается у тополя пирамидального и каштана конского (индекс жизненного состояния изменяется от 1,0 до 1,5). В сильно ослабленном состоянии находятся ель европейская и ель колючая, расположенные на улице Астраханская (индекс жизненного состояния составляет 3,44 и 2,56).

Ключевые слова: видовой состав, биометрические показатели, бульвар, Детский парк, жизненное состояние, древесно-кустарниковая растительность, зеленые насаждения.

Status and Species Diversity of Community Landscape of the Central Part of the City of Saratov

G. N. Zaigralova, S. V. Kabanov

We would like to provide results of examination of community landscape at four landmarks located in the central part of the city of Saratov (Detskiy Park and three parkways: at Rakhova street, Astrakhanskaya

street and Kosmonavtov embankment). The list of diverse species of trees and shrubs includes 58 species from 38 geni and 20 families. We have found out that species diversity of general purpose community landscapes increases gradually. We have studied biometric parameters of the trees (height, trunk diameter, crown diameter) and their life status. The best living conditions have been found for Lombardy poplar and horse chestnut (life status index varies between 1.0 and 1.5). Common spruce and blue spruce trees growing at Astrakhanskaya street have significantly worse life status (their index is 3.44 and 2.56, respectively).
Key words: species diversity, biometric parameters, status, parkways, children's park, life status, trees and shrubs, community landscapes.

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-337-349

Интенсивное развитие промышленности и автомобильного транспорта в городах сопровождается ухудшением состояния окружающей среды, что отрицательно сказывается на здоровье людей. Одной из эффективных мер, позволяющих нейтрализовать эти негативные урбанистические процессы, является создание скверов, парков, садов, которые рассматриваются в качестве обязательных компонентов нормальной городской среды. Городские насаждения представляют значительный интерес не только с экономико-эстетической, но и, в первую очередь,



с биолого-экологической точки зрения как объекты биологического разнообразия, элементы экологического каркаса урботерриторий [1].

Цель работы – изучить современное состояние древесной и кустарниковой растительности в различных типах зеленых насаждений на объектах общего пользования, расположенных в центральной части г. Саратова.

Методика исследований

Объектами исследования являлись деревья и кустарники зеленых насаждений на трех объектах – в Детском парке и на трех бульварах – по ул. Рахова, ул. Астраханской и на Набережной Космонавтов. При классификации зеленых насаждений использовались подходы, изложенные в работе [2, 3].

Общая протяженность ул. Астраханской составляет 2850 м, обследовано 673 м, от Детского парка до ул. Московской. Протяженность ул. Рахова 3257 м, обследовано 2208 м, от ул. 2-й Садовой до ул. Московской, протяженность обследованной части Набережной Космонавтов составляет 895 м, от Бабушкина взвоза до памятника Ю. А. Гагарину при общей протяженности набережной – 1291 м. В Детском парке площадь зеленых насаждений в настоящее время составляет 3,31 га (общая площадь парка 6 га), она была обследована полностью.

При обследовании насаждений устанавливалась видовая принадлежность древесных и кустарниковых растений, проводилось измерение биометрических показателей деревьев и визуальная оценка категории санитарного состояния дерева. Латинские названия видов приводятся по С. К. Черепанову [4]. Измерение диаметра деревьев велось мерной вилкой с точностью 0,1 см на высоте 1,3 м от шейки корня. Измерение высоты проводилось эклиметром-высотометром ЭВ-1. В двух взаимно перпендикулярных направлениях с севера на юг и с запада на восток рулеткой измеряли проекцию кроны дерева.

Основным источником атмосферного загрязнения в г. Саратове является автотранспорт, который влияет на состояние древесных растений, особенно расположенных вдоль магистралей. Использовалось зонирование территории г. Саратова, проведенное исследователями Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского под руководством В. З. Макарова [5]. Детский парк расположен в наиболее неблагоприятной зоне, бульвары на ул. Рахова и Астраханской – в неблагоприятной, бульвар на Набережной Космонавтов – в относительно благоприятной.

При определении категории санитарного состояния деревьев использовалась шкала Санитарных правил в лесах РФ [6]. Расчет среднего индекса состояния деревьев одного вида велся по формуле

$$K_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^6 K_i w_i}{\sum_{i=1}^6 w_i},$$

где i – номера категорий состояния деревьев; K_i – индекс i -й категории состояния деревьев; w_i – вес деревьев (их количество) i -й категории состояния.

Полученные данные обрабатывались методами вариационной статистики с использованием программы Statistica 10 [7].

Результаты и их обсуждение

Проведенные исследования показали, что видовой состав древесной и кустарниковой растительности Детского парка и трех бульваров центральной части г. Саратова достаточно разнообразен и включает 58 видов, относящихся к 38 родам и 20 семействам. Наибольшее количество учтенных деревьев относятся к семействам Ulmaceae (430 экз., 19,5%), Salicaceae (318 экз., 14,4%) и Oleaceae (417 экз., 18,9%). Полный список видов приводится в табл. 1. Самым представленным является семейство Rosaceae, но по количеству экземпляров оно малочисленно.

Распределение особей древесно-кустарниковой растительности по жизненным формам показало, что наиболее многочисленны деревья (61,4%), кустарники составили 36,8%, лианы – 1,8%. Среди древесных численно преобладают интродуцированные растения (63,5%), на долю аборигенных видов приходится 36,5%.

Наиболее разнообразен видовой состав деревьев и кустарников в Детском парке (46 видов) и на бульваре по ул. Рахова (36 видов), более бедный на бульварах на Набережной Космонавтов (23 вида) и ул. Астраханской (19 видов) (табл. 2). По сравнению с результатами инвентаризации 1965–1966 гг. [8, 9] количество видов на обследованных объектах изменилось. Так, в Детском парке и на ул. Рахова оно увеличилось на 2–5 видов, на ул. Астраханской – увеличилось на 14 видов, а на Набережной Космонавтов – уменьшилось на 19 видов. Увеличение видового разнообразия произошло в основном за счет декоративных кустарников, которые высаживались в последние годы единичными экземплярами.



Таблица 1

Видовое разнообразие и систематическое положение видов древесных растений на объектах исследований

Название вида	Детский Парк	Набережная Космонавтов	Ул. Рахова	Ул. Астраханская	Название вида					
					Детский Парк	Набережная Космонавтов	Ул. Рахова	Ул. Астраханская	Ул. Астраханская	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Сем. Буковые Fagaceae Dumort.										
Род Дуб <i>Quercus</i> L.										
Дуб черешчатый <i>Quercus robur</i> L.	+		+		Ива вавилонская <i>Salix babylonica</i> L.	+		+	+	
Сем. Тутовые Moraceae Link.										
Род Туг, шелковица <i>Morus</i> L.										
Шелковица черная <i>Morus nigra</i> L.	+		+	+	Тополь черный <i>Populus nigra</i> L.	+		+		
Сем. Ильмовые Ulmaceae Mirb.										
Род Ильм, Вяз <i>Ulmus</i> L.										
Вяз гладкий <i>Ulmus laevis</i> Pall.	+		+	+	Сем. Березовые Betulaceae S. F. Gray					
Вяз голый <i>Ulmus glabra</i> Hunds.	+				Род Береза <i>Betula</i> L.					
Вяз граболистный <i>Ulmus scarpinifolia</i> Rupr. ex Suckow.	+		+		Береза повислая <i>Betula pendula</i> Roth.	+	+	+	+	
Вяз приземистый <i>Ulmus pumila</i> L.	+	+	+	+	Сем. Лещиновые Corylaceae Mirb.					
Сем. Бобовые Fabaceae Lindl.										
Род Робиния <i>Robinia</i> L.										
Робиния лжеакация <i>Robinia pseudoacacia</i> L.	+	+	+		Лещина обыкновенная <i>Corylus avellana</i> L.			+		
Род Карагана <i>Caragana</i> Fabr.										
Карагана древовидная <i>Caragana arborescens</i> Lam.	+		+		Сем. Маслиновые Oleaceae Hofimgg et Link.					
Аморфа кустарниковая <i>Amorpha fruticosa</i> L.			+		Род Ясень <i>Fraxinus</i> L.					
Сем. Кленовые Aceraceae Juss.										
					Сирень обыкновенная <i>Syringa vulgaris</i> L.	+		+	+	



Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Род Клен <i>Acer</i> L.								
Клен ясенелистный <i>Acer negundo</i> L.	+	+	+	+	Форзиция европейская <i>Forsythia europaea</i> Deg. et Bald			+	
Клен остролистный <i>Acer platanoides</i> L.	+	+	+	+	Род Бирючина <i>Ligustrum</i> L.				
Клен Гиннала <i>Acer ginnala</i> Maxim	+				Бирючина обыкновенная <i>Ligustrum vulgare</i> L.			+	
Клен ложноплатановый <i>Acer pseudoplatanus</i> L.		+			Сем. Конскокаштановые Hippocastanaceae DC				
Клен серебристый <i>Acer saccharum</i> Marsh.		+	+		Род Каштан конский <i>Aesculus</i> L.				
Клен полевой <i>Acer campestre</i> L.			+		Каштан конский обыкновенный <i>Aesculus hippocastanum</i> L	+	+	+	+
Сем. Розоцветные Rosaceae Juss.					Сем. Липовые Tiliaceae Juss				
Род Слива <i>Prunus</i> L.									
Слива домашняя <i>Prunus domestica</i> L.	+				Липа крупнолистная <i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	+	+	+	
Род Абрикос <i>Armeniaca</i> Scop.					Липа мелколистная <i>Tilia cordata</i> Mill.	+	+	+	+
Абрикос обыкновенный <i>Armeniaca vulgaris</i>	+	+			Сем. Бигнониевые Bignoniaceae Juss.				
Род Роза <i>Rosa</i> L.									
Роза майская <i>Rosa majalis</i> Nees	+		+		Род Катальпа <i>Catalpa</i> Scop.				
Род Ирга <i>Amelanchier</i> Medik.					Сем. Анакардиевые Anacardiaceae Lindl.				
Ирга круглолистная <i>Amelanchier ovalis</i> Medik	+				Род Сумах <i>Rhus</i> L.				
Род Вишня <i>Cerasus</i> Hill.									
Вишня войлочная <i>Cerasus tomentosa</i> (Thunb.) Wall.	+				Сумах пушистый <i>Rhus typhina</i> L.	+			
Вишня обыкновенная <i>Cerasus vulgaris</i> Mill.	+				Род Скумпия <i>Cotinus</i> Hill.				
Род Рябина <i>Sorbus</i> L.									
Рябина обыкновенная <i>Sorbus aucuparia</i> L.	+		+		Скумпия <i>Cotinus coggygria</i> Scop.	+			
Род Яблоня <i>Malus</i> Hill.									
Яблоня домашняя <i>Malus domestica</i> Borkh.	+				Сем. Гортензиевые Hurdangeaceae Dumort.				
Яблоня ягодная <i>Malus baccata</i> (L.) Borkh.	+				Род Чубушник <i>Philadelphus</i> L.	+			+
Род Груша <i>Pyrus</i> L.									
Груша обыкновенная <i>Pyrus communis</i> L.			+		Чубушник вечноцветущий <i>Philadelphus coronarius</i> L.				
					Сем. Дереновые Cornaceae Dumort.				
					Род Свида <i>Swida</i> L.				
					Свида белая <i>Swida alba</i> (L.) Opiz.	+			
					Сем. Виноградовые Vitaceae Juss.				



Окочачение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Род Боярышник <i>Crataegus</i> L.								
Боярышник полумягкий <i>Crataegus submollis</i> Sarg.	+		+		Род Партеноциссус <i>Parthenocissus</i> Planch.				
					Девичий виноград пятилисточковый <i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	+			
	Род Черемуха <i>Radus</i> Hill.								
Черемуха обыкновенная <i>Radus avium</i> Mill.	+	+	+		Сем. Жимолостные <i>Sarptfoliaceae</i> Juss.				
Черемуха виргинская <i>Radus virginiana</i> (L.) Mill.	+				Род Жимолость <i>Lonicera</i> L.				
	Род <i>Cotoneaster</i> Medik.								
Кизильник блестящий <i>Cotoneaster lucidus</i> Schlecht.		+	+	+	Жимолость татарская <i>Lonicera tatarica</i> L.		+	+	
	Сем. Сосновые <i>Pinaceae</i> Lindl.								
	Род Туя <i>Thuja</i> L.								
Сосна обыкновенная <i>Pinus sylvestris</i> L.	+				Род Снежноягодник <i>Symphoricarpos</i> DuRoi.				
	Род Лиственница <i>Larix</i> Hill.								
Лиственница сибирская <i>Larix sibirica</i> Ledeb.	+	+			Снежноягодник белый <i>Symphoricarpos albus</i> (L.) Blake		+	+	
	Род Ель <i>Picea</i> A. Dietr.								
Ель европейская <i>Picea abies</i> (L.) Karst.	+	+	+	+	Сем-во: Кипарисовые <i>Cupressaceae</i> Rich. ex. Bartl.				
Ель сизая <i>Picea glauca</i> (Moench.) Voss		+	+	+	Род Туя <i>Thuja</i> L.				
Ель колочая <i>Picea pungens</i> Engelm.	+	+	+	+	Туя западная <i>Thuja occidentalis</i> L.	+			
					Плагикладус восточный <i>Platycladus orientalis</i> (L.) Endl.	+			



Таблица 2

Видовое разнообразие и численность деревьев и кустарников на объектах исследования

Объекты исследования	Количество видов, шт.	Количество учтенных экземпляров, шт.
Бульвар на ул. Рахова	36	521
Бульвар на ул. Астраханской	19	602
Бульвар на Набережной Космонавтов	23	306
Детский парк	46	775

Изученные биометрические показатели приводятся в табл. 3 для видов деревьев, численность которых в объекте исследований составляла не менее 10 экземпляров.

Обследование показало, что фоновыми породами в зеленых насаждениях общего пользования центральной части г. Саратова являются ясень ланцетный, вяз приземистый и тополь пирамидальный. Их численность составила 40,9% от общего количества обмеренных деревьев и кустарников.

Высота деревьев вяза приземистого варьирует по объектам от 0,5 до 36,0 м. Сильная вариация по высоте и диаметру объясняется присутствием как молодых экземпляров деревьев в основном вегетативного происхождения, кроны которых ежегодно формируются обрезкой, так и старых деревьев, растущих естественно. Самые крупные экземпляры расположены на бульварах по ул. Астраханской и Рахова, чаще в ландшафтных группах. Их высота достигает 36 м, диаметр – 120 см. На Набережной Космонавтов диаметр стволов вяза приземистого изменяется от 8 до 54 см, высота варьирует незначительно – от 7 до 13 м, так как деревья одного возраста и их кроны регулярно формируются. Детский парк был неоднократно подвержен реконструкции, в ходе которой старые деревья выкорчевывались. Оставшиеся деревья вяза приземистого сохранились в рядовых посадках по периметру парка, их средняя высота 10 м, а диаметр 29,7 см.

Высота деревьев ясеня ланцетного по ул. Астраханской и Рахова изменяется от 1,5 до 29 м, диаметр – от 2,0 до 70,0 см. Кроны деревьев с внешней стороны бульваров ежегодно формируются обрезкой, а деревья, сохранившиеся во внутренней части бульваров, достигают крупных размеров. Отмечается значительное количество молодых деревьев, сформировавшихся из подроста. На Набережной Космонавтов кроны деревьев ясеня ланцетного регулярно формируются, поэтому средняя высота составляет 9,6 м, диаметр – 14,1 см. В Детском парке имеются как молодые особи (до 4,0 м), так и деревья среднего возраста, достигающие высоты 16,5 м.

Тополь пирамидальный используется чаще всего в рядовых посадках по периметру бульваров и Детского парка. Средняя высота деревьев изменяется от 15,8 м в Детском парке до 28,5 м на Набережной Космонавтов, средний диаметр от 50,9 см до 59,3 см соответственно.

В ландшафтных группах на всех объектах чаще всего встречаются каштан конский обыкновенный, клен остролистный, береза повислая. Остальные древесные виды на разных объектах представлены различным количеством.

Для всех обследованных насаждений характерно незначительное участие хвойных растений (11,3%). Среди хвойных наиболее распространена ель колючая. Доля ее участия составляет 33,9% от общего количества учтенных хвойных деревьев. Но на Набережной Космонавтов более многочисленна лиственница сибирская (43 экз.), а в Детском парке – платикладус восточный (35 экз.) и ель европейская (34 экз.).

Самые крупные экземпляры хвойных отмечены на Набережной Космонавтов. Средняя высота ели европейской составляет 17,7 м, а средний диаметр – 24,3 см. Лиственница сибирская достигает 26 м в высоту и 51 см по диаметру. Средняя высота ели колючей составляет 13,7 м, диаметр – 29,8 см. На остальных объектах у ели европейской вариация размеров незначительная по высоте – от 8,0 до 11,9 м, по диаметру – от 15,8 м до 18,7 см, у ели колючей по высоте – от 8,7 до 8,8 м, по диаметру – от 11,5 до 11,8 см. На ул. Астраханской и Рахова деревья ели колючей были высажены позже, чем на Набережной Космонавтов, самые молодые экземпляры ели колючей – в Детском парке.

Кустарники представлены незначительным количеством видов – 17 (4,4%). Наиболее многочисленны сирень обыкновенная, роза майская и кизильник блестящий. Сирень обыкновенная на всех объектах характеризуется высоким возрастом и используется в группах, состояние ее оценивается как «удовлетворительное». Высота кустов изменяется от 1,6 до 7,5 м. Роза майская встречается в солитерах и в групповых посадках. Средняя высота растений 1,5 м, состояние оценивается как «отличное». Внутренняя часть



Таблица 3

Биометрические показатели деревьев

Вид (количество учтенных экземпляров, шт.)	Показатель	Минимальное... максимальное значения	Среднее значение ± стандартная ошибка	Дисперсия	Коэффициент изменчивости, %	Точность опыта, %
1	2	3	4	5	6	7
Детский парк						
Вяз гладкий (45)	Высота, м	2,5...15,0	8,9±0,46	9,64	34,79	5,19
	Диаметр ствола, см	7,0...58,0	26,7±2,02	183,89	50,86	7,58
	Диаметр кроны, м	4,9...53,2	10,2±1,04	48,39	68,08	10,15
Вяз граболистный (16)	Высота, м	5,5...16,0	9,19±0,79	9,89	34,24	8,56
	Диаметр ствола, см	8,0...47,0	20,0±3,13	157,40	62,67	15,67
	Диаметр кроны, м	5,1...15,4	8,26±0,63	0,63	30,33	7,58
Вяз приземистый (98)	Высота, м	3,0...18,0	10,6±0,29	8,21	36,4	3,7
	Диаметр ствола, см	4,0...60,0	29,7±1,45	205,29	48,2	4,9
	Диаметр кроны, м	3,1...17,2	8,4±0,39	9,37	36,4	3,7
Тополь пирамидальный (28)	Высота, м	13,0...18,0	15,8±0,24	1,66	8,16	1,54
	Диаметр ствола, см	19,0...70,0	50,9±2,22	138,09	23,08	4,36
	Диаметр кроны, м	2,7...12,4	4,8±0,33	3,14	37,0	6,99
Береза повислая (39)	Высота, м	5,0...16,5	10,0±0,46	8,38	28,88	4,62
	Диаметр ствола, см	4,5...42,0	24,0±1,51	88,84	39,26	6,29
	Диаметр кроны, м	2,9...10,9	6,35±0,34	4,64	33,94	5,43
Робиния лжеакация (68)	Высота, м	3,0...17,0	10,74±0,50	17,17	38,6	4,7
	Диаметр ствола, см	3,2...68,0	26,3±2,06	286,83	64,5	7,8
	Диаметр кроны, м	2,1...13,1	7,9±2,42	5,87	30,7	3,7
Ясень ланцетный (78)	Высота, м	4,0...16,5	10,9±0,31	7,62	25,4	2,9
	Диаметр ствола, см	5,5...62,0	34,6±1,58	195,76	40,4	4,6
	Диаметр кроны, м	3,9...19,2	9,9±0,38	11,2	33,9	3,8
Клен ясенелистный (21)	Высота, м	6,0...17,0	11,8±0,57	7,21	22,74	4,96
	Диаметр ствола, см	21,7...65,0	44,9±2,68	150,44	27,29	5,96
	Диаметр кроны, м	8,8...15,6	11,6±0,52	5,59	20,39	4,45
Клен остролистный (15)	Высота, м	4,0...13,0	8,38±0,75	8,38	34,55	8,92
	Диаметр ствола, см	10,0...62,0	25,2±3,88	226,95	59,7	15,41
	Диаметр кроны, м	4,3...10,6	7,3±0,54	4,32	28,35	7,32



Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
Каштан конский обыкновенный (33)	Высота, м	4,0...15,0	9,9±0,59	11,58	34,32	5,97
	Диаметр ствола, см	2,6...65,0	33,4±3,11	318,28	53,34	9,29
	Диаметр кроны, м	1,6...13,6	8,3±0,54	9,82	37,88	6,59
Липа крупнолистная (40)	Высота, м	2,5...16,0	9,5±0,46	8,36	30,56	4,83
	Диаметр ствола, см	16,3...61,0	31,3±1,42	81,26	28,82	4,56
	Диаметр кроны, м	3,9...14,1	8,2±0,35	4,77	26,65	4,21
Кагальпа (22)	Высота, м	1,5...9,0	2,3±0,43	4,11	87,66	18,68
	Диаметр ствола, см	2,0...31,0	4,8±1,75	67,09	172,44	36,76
	Диаметр кроны, м	0,5...6,2	1,5±0,32	2,19	101,93	21,73
Слива домашняя (32)	Высота, м	4,0...7,0	4,7±0,11	0,38	15,43	2,72
	Диаметр ствола, см	4,1...17,5	9,7±0,58	10,71	79,81	14,11
	Диаметр кроны, м	4,6...6,2	4,9±0,08	0,22	10,29	1,82
Лиственница сибирская (10)	Высота, м	2,5...9,5	5,3±0,68	4,57	40,32	12,75
	Диаметр ствола, см	3,5...35,0	10,7±3,02	91,23	89,27	28,22
	Диаметр кроны, м	2,0...5,9	3,2±0,36	1,27	35,11	11,11
Платикладус восточный (35)	Высота, м	1,5...9,5	4,7±0,32	3,60	39,98	9,32
	Диаметр ствола, см	2,3...17,5	6,3±0,59	12,03	55,31	9,34
	Диаметр кроны, м	2,1...5,4	3,2±0,15	0,75	27,21	4,59
Сосна обыкновенная (13)	Высота, м	3,0...6,3	4,8±0,30	1,18	22,76	6,31
	Диаметр ствола, см	3,0...15,0	8,3±1,06	14,48	46,02	12,76
	Диаметр кроны, м	1,9...7,7	3,4±0,43	2,38	45,65	12,66
Ель европейская (34)	Высота, м	0,7...15,5	8,0±0,77	19,9	55,99	9,51
	Диаметр ствола, см	1,0...19,0	15,8±1,60	87,24	58,97	10,11
	Диаметр кроны, м	0,5...9,4	4,7±0,38	4,75	46,31	7,94
Ель колочая (5)	Высота, м	1,4...2,5	1,7±0,21	0,21	27,41	12,26
	Диаметр ствола, см	2,4...6,0	3,2±0,71	2,47	49,59	22,18
	Диаметр кроны, м	0,5...2,9	1,1±0,46	1,04	93,36	41,75
Бульвар на Набережной Космонавтов						
Вяз приземистый (26)	Высота, м	7,0...13,0	10,0±0,27	1,94	13,93	2,73
	Диаметр ствола, см	8,0...54,0	34,2±2,00	104,36	29,84	5,85
	Диаметр кроны, м	4,4...7,1	5,8±0,14	0,48	11,95	2,34



Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
Клен остролистный (28)	Высота, м	6,0...18,0	11,3±0,58	9,52	27,26	5,15
	Диаметр ствола, см	12,0...39,0	28,6±1,08	32,91	20,09	3,79
	Диаметр кроны, м	3,9...9,9	5,92±0,29	2,34	25,81	4,88
Клен ясенелистный (5)	Высота, м	11,0...16,0	13,2±1,16	6,70	19,61	8,77
	Диаметр ствола, см	33,0...55,0	38,6±4,20	88,30	24,34	10,89
	Диаметр кроны, м	5,6...14,1	7,7±1,62	13,15	47,27	21,14
Ясень ланцетный (99)	Высота, м	5,0...18,0	9,6±0,22	4,97	23,26	2,34
	Диаметр ствола, см	10,0...62,0	34,1±0,78	59,83	22,66	2,28
	Диаметр кроны, м	2,7...9,4	5,2±0,15	2,17	28,58	2,87
Тополь пирамидальный (22)	Высота, м	15,0...41,0	28,5±1,36	40,66	22,34	4,76
	Диаметр ствола, см	38,0...100,0	59,3±2,72	162,18	21,46	4,58
	Диаметр кроны, м	1,9...5,5	3,6±0,18	0,73	23,61	5,03
Береза повислая (9)	Высота, м	16,0...24,0	19,2±0,91	7,50	14,29	4,76
	Диаметр ствола, см	34,0...52,0	41,8±1,75	27,63	12,56	4,19
	Диаметр кроны, м	5,7...12,6	9,2±0,66	3,87	21,29	7,09
Каштан конский обыкновенный (13)	Высота, м	13,0...25,0	17,1±1,01	13,34	21,34	5,92
	Диаметр ствола, см	38,0...57,5	46,6±1,57	32,16	12,18	3,38
	Диаметр кроны, м	5,8...13,8	9,07±0,61	4,85	24,29	6,74
Ель колочая (12)	Высота, м	11,0...17,0	13,7±0,41	2,02	10,37	2,99
	Диаметр ствола, см	22,0...36,0	29,08±1,46	25,58	17,39	5,02
	Диаметр кроны, м	3,4...6,2	4,9±0,23	0,62	15,86	4,58
Ель европейская (3)	Высота, м	12,0...25,0	17,7±3,84	17,67	44,33	21,76
	Диаметр ствола, см	17,0...29,0	24,3±3,71	41,33	26,42	15,25
	Диаметр кроны, м	6,6...7,9	7,3±0,39	0,46	9,28	5,36
Лиственница сибирская (43)	Высота, м	7,0...26,0	16,8±0,62	16,36	24,12	3,67
	Диаметр ствола, см	18,5...51,0	33,4±1,12	54,06	22,04	3,36
	Диаметр кроны, см	3,2...13,5	7,1±0,29	3,74	27,41	4,18
Бульвар по ул. Астраханской						
Ясень ланцетный (115)	Высота, м	2,5...30,0	18,3±0,54	33,02	31,34	2,92
	Диаметр ствола, см	4,0...70,0	33,06±1,13	147,59	36,75	3,43
	Диаметр кроны, м	3,5...18,5	9,4±0,32	12,02	36,96	3,45
Береза повислая (39)	Высота, м	6,5...30,0	18,7±0,97	36,62	32,33	5,18
	Диаметр ствола, см	14,0...80,0	27,8±1,81	128,18	40,67	6,51
	Диаметр кроны, м	1,8...13,3	7,3±0,44	7,65	38,11	6,10



Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
Каштан конский обыкновенный (32)	Высота, м	3,0...23,5	13,9±0,93	27,61	37,69	6,66
	Диаметр ствола, см	4,5...60,0	25,3±2,36	178,51	52,78	9,33
	Диаметр кроны, м	1,5...14,0	8,08±0,44	6,22	30,83	5,45
Клен остролистный (16)	Высота, м	4,0...22,0	12,7±1,45	33,46	45,59	11,39
	Диаметр ствола, см	3,0...47,0	19,7±3,08	151,96	62,61	15,65
	Диаметр кроны, м	2,2...16,5	8,9±0,88	12,30	39,52	9,88
Клен ясенелистный (25)	Высота, м	2,5...29,0	15,1±1,39	48,55	46,02	9,20
	Диаметр ствола, см	4,5...70,0	29,7±3,49	305,04	58,87	11,77
	Диаметр кроны, м	3,2...19,5	10,1±0,94	21,87	46,28	9,26
Вяз приземистый (80)	Высота, м	2,5...36,0	20,5±0,80	51,76	35,15	3,93
	Диаметр ствола, см	6,0...75,0	42,1±2,07	342,7	43,93	4,21
	Диаметр кроны, м	1,3...17,7	9,1±0,42	13,86	40,82	4,56
Вяз голый (26)	Высота, м	6,5...31,0	17,2±1,26	41,10	37,25	7,31
	Диаметр ствола, см	4,0...115,0	40,9±5,39	756,95	67,33	13,20
	Диаметр кроны, м	2,8...17,0	10,3±0,63	17,86	41,17	8,07
Тополь пирамидальный (112)	Высота, м	8,5...35,0	24,6±0,56	35,10	24,06	2,27
	Диаметр ствола, см	10,0...101,0	51,2±1,43	229,22	29,58	2,79
	Диаметр кроны, м	1,3...8,9	4,79±0,13	1,82	28,13	2,66
Тополь бальзамический (11)	Высота, м	3,5...36,0	19,8±3,41	127,71	57,02	17,19
	Диаметр ствола, см	3,0...90,0	29,9±9,22	934,29	102,19	30,81
	Диаметр кроны, м	1,8...13,4	5,2±1,09	13,26	69,97	21,09
Шелковица черная (43)	Высота, м	4,0...32,0	13,8±0,77	25,53	36,67	5,59
	Диаметр ствола, см	3,0...61,0	29,1±2,45	257,67	55,16	8,41
	Диаметр кроны, м	2,1...15,3	7,19±2,45	8,88	41,39	6,31
Ель колочая (25)	Высота, м	2,0...16,5	8,7±0,90	20,41	51,71	10,34
	Диаметр ствола, см	4,0...24,0	11,5±1,21	36,64	52,72	10,54
	Диаметр кроны, м	2,0...7,0	4,2±0,32	2,54	38,16	7,63
Ель европейская (3)	Высота, м	8,6...15,0	11,9±1,85	10,29	26,89	15,52
	Диаметр ствола, см	12,0...24,0	18,7±3,52	37,33	32,73	18,89
	Диаметр кроны, м	1,7...7,8	3,9±1,94	11,30	85,48	49,35
		Бульвар по ул. Рахова				
Вяз приземистый (123)	Высота, м	0,4...30,2	15,8±0,69	59,12	48,47	4,37
	Диаметр ствола, см	0,5...120,0	36,1±2,19	592,56	67,46	6,08
	Диаметр кроны, м	0,5...16,8	7,7±0,37	16,87	53,23	4,79



Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
Тополь пирамидальный (37)	Высота, м	18,0...38,0	26,5±0,78	22,36	17,83	2,93
	Диаметр ствола, см	17,0...85,0	57,2±2,23	183,47	23,69	3,89
	Диаметр кроны, м	2,5...9,9	4,4±0,23	1,98	32,36	5,32
Тополь черный (31)	Высота, м	6,0...35,0	20,9±1,67	86,89	44,69	8,03
	Диаметр ствола, см	3,0...75,0	39,6±4,36	588,43	61,20	10,99
	Диаметр кроны, м	2,5...22,6	10,3±0,95	27,69	51,00	9,16
Ясень ланцетный (85)	Высота, м	1,5...25,5	12,9±0,62	32,34	43,92	4,76
	Диаметр ствола, см	2,0...59,0	29,0±1,81	278,73	57,51	6,24
	Диаметр кроны, м	1,1...15,6	6,9±0,39	13,14	52,62	5,7
Тополь balsamicкий (24)	Высота, м	6,0...30,0	15,8±1,48	52,58	45,91	9,37
	Диаметр ствола, см	4,0...79,0	35,7±5,12	628,17	70,16	14,32
	Диаметр кроны, м	2,1...51,6	8,5±2,02	98,91	117,33	23,95
Клен остролиственный (37)	Высота, м	2,0...26,0	6,2±0,97	34,59	94,83	15,59
	Диаметр ствола, см	2,0...33,0	7,5±1,41	73,39	114,22	18,79
	Диаметр кроны, м	0,5...8,5	2,7±0,39	5,61	89,10	14,65
Клен ясенелистный (11)	Высота, м	3,5...23,0	12,68±2,06	46,51	53,78	16,21
	Диаметр ствола, см	4,0...53,0	26,9±5,85	376,50	72,03	21,72
	Диаметр кроны, м	3,2...15,3	7,2±1,27	17,71	58,37	17,59
Липа мелколистная (11)	Высота, м	6,0...27,0	16,1±2,18	52,28	44,88	13,53
	Диаметр ствола, см	4,0...48	23,8±4,57	229,96	63,67	19,19
	Диаметр кроны, м	1,4...14,4	6,5±1,07	12,55	54,77	16,51
Береза повислая (16)	Высота, м	6,0...24	14,6±1,35	29,21	37,03	9,26
	Диаметр ствола, см	13,0...34,5	22,4±1,67	44,50	29,76	7,44
	Диаметр кроны, м	3,7...7,5	5,8±0,31	1,52	21,29	5,32
Каштан конский обыкновенный (39)	Высота, м	2,0...23,5	10,6±0,98	37,19	57,27	9,17
	Диаметр ствола, см	2,0...59,0	26,3±2,65	273,29	62,89	10,07
	Диаметр кроны, м	1,0...10,3	5,9±0,48	8,97	50,24	8,04
Ель колочая (42)	Высота, м	1,9...20,0	8,8±0,75	23,54	55,18	8,51
	Диаметр ствола, см	1,2...31,0	11,8±1,13	53,54	61,85	9,55
	Диаметр кроны, м	1,7...9,3	3,7±0,29	3,54	50,81	7,84



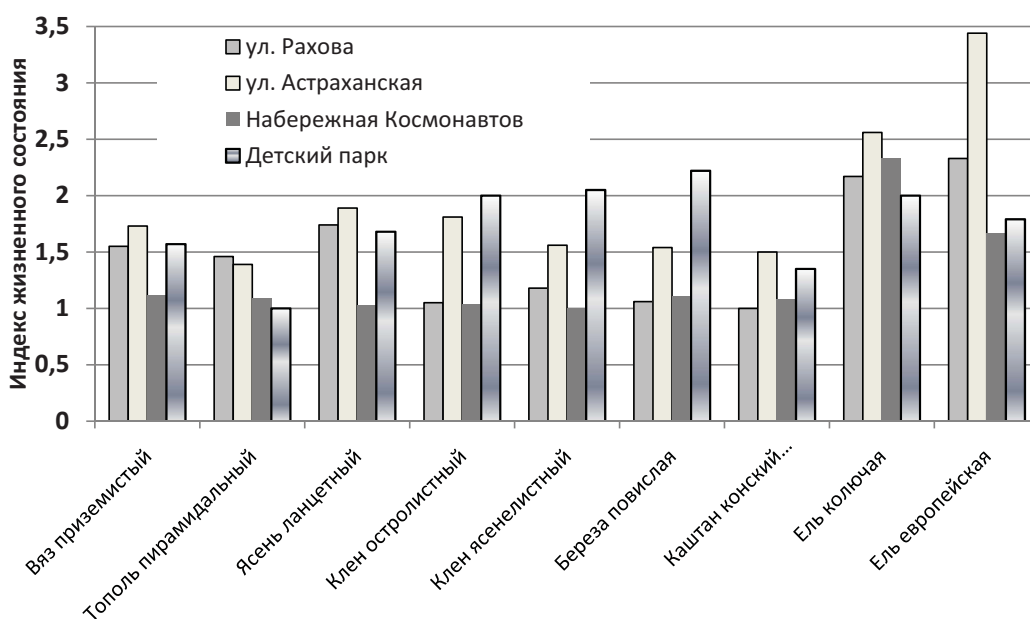
бульваров, дорожки оформлены живой изгородью из кизильника блестящего. Остальные виды кустарников были посажены в последние годы и представлены единичными экземплярами.

Результаты произведенной санитарной оценки состояния древесных растений показали, что наибольшее количество обследованных древесных растений относится к категории «здоровых» (68,7%). Доля «ослабленных» и «сильно ослабленных» составила 27,1%, усыхающие и сухостойные деревья встречаются редко (4,2%).

Средние индексы жизненного состояния видов древесных растений на Набережной Космонавтов варьируют от 1,0 до 1,67, т.е. их

состояние характеризуются как «здоровое».

Лучшее состояние на всех обследованных объектах у тополя пирамидального и каштана конского обыкновенного. Индекс состояния изменяется от 1,0 до 1,5. Индексы состояния вяза приземистого на объектах отличаются незначительно и составляют 1,55–1,57, только на Набережной Космонавтов деревья вяза приземистого находятся в заметно лучшем состоянии за счет регулярного ухода и формирования. Аналогичная картина отмечается и у ясеня ланцетного, индекс состояния которого на Набережной Космонавтов составляет 1,04, а на остальных объектах варьирует от 1,68 до 1,89 и характеризуется как «ослабленное».



Средние индексы санитарного состояния наиболее распространенных видов

Для березы повислой, клена ясенелистного и клена остролистного отмечена существенная зависимость их состояния от возраста деревьев. Так, на ул. Рахова и на Набережной Космонавтов, где преобладают молодые деревья отмеченных видов, средний индекс жизненного состояния высокий (1,0–1,18), а на ул. Астраханской и в Детском парке, где взрослые деревья часто имеют повреждения кроны, сухие вершины, индекс жизненного состояния заметно ниже (1,54–2,22).

У хвойных пород ухудшение жизненного состояния сопровождается увеличением процента мертвых ветвей в кронах, снижением охвоенности и усилением процесса некротизации хвои. В центральной части г. Саратова жизненное состояние ели европейской и колючей оценивается в среднем как «ослабленное». Средние индексы состояния

пород составляют 2,31 и 2,27 соответственно. На Набережной Космонавтов основная причина ослабленного состояния хвойных – высокий возраст деревьев, а на бульварах по ул. Рахова и Астраханской – неправильная посадка и высокая загазованность воздуха автотранспортом [3, 7].

Выводы

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

– анализ результатов дендрологического обследования показал, что на объектах озеленения представлено 58 видов, относящихся к 38 родам и 20 семействам;

– просматривается тенденция постепенного увеличения видового разнообразия зеленых насаждений общего пользования;



– ассортимент видов, используемых в озеленении города, трансформируется; вместо вяза приземистого, клена ясенелистного и ясеня ланцетного чаще используются каштан конский обыкновенный, клен остролистный, катальпа бигнониевидная, липа крупнолистная;

– жизненное состояние большей части древесных растений (68,7%) характеризуется как «здоровое», количество ослабленных и сильно ослабленных деревьев составляет 27,1%, к категории усыхающих и сухостойных относится 4,2%;

– лучшее состояние на всех обследованных объектах отмечается у тополя пирамидального и каштана конского, индекс жизненного состояния изменяется от 1,0 до 1,5;

– в сильно ослабленном состоянии находятся ель европейская и ель колючая, расположенные на улице Астраханской; индекс жизненного состояния составляет 3,44 и 2,56.

Список литературы

1. Видякина А. А., Семенова М. В. Древесные растения в озеленении г. Тюмени // Аграрная Россия. М. : Фолиум, 2009. С. 54–55.
2. Гуненко Т. Г., Ганжа М. Т., Котова И. Ю., Шаропова Э. П. Декоративное садоводство и садово-

парковое строительство : справ. пособие. Киев : Будивельник, 1985. 182 с.

3. Заигралова Г. Н. Состояние и перспективы использования хвойных древесных растений в озеленении г. Саратова // Вестн. Сарат. гос. аграр. ун-та. 2013. № 6. С. 50–53.
4. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб. : Мир и семья-95, 1995. 510 с.
5. Макаров В. З. Ландшафтно-экологический анализ крупного промышленного города. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2001. 176 с.
6. Министерство природных ресурсов Российской Федерации : об утверждении санитарных правил в лесах [Утверждено Приказом МПР РФ от 27 декабря 2005 г. № 350]. М., 2005.
7. Шмидт В. М. Математические методы в ботанике : учеб. пособие. Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. 288 с.
8. Миловидова И. Б., Таренков В. А. Деревья и кустарники зеленых насаждений г. Саратова // Материалы по флоре и растительности Юго-Востока. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1968. С. 17–29.
9. Филатов В. Н., Сазонова Е. С. О годичных приростах боковых побегов у елей колючей и обыкновенной в зонах разного загрязнения атмосферного воздуха // Материалы Первых науч. чтений, посвящ. 110-летию со дня рождения Т. Б. Дубяго. СПб. : Изд-во Политехн. ин-та, 2010. С. 65–70.

УДК 579. 017.8; 574.24

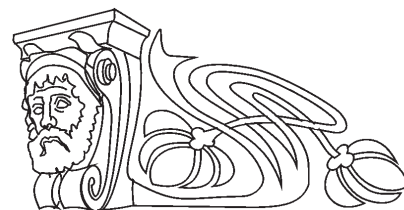
ПОИСК ШТАММОВ-ДЕСТРУКТОРОВ ПЕСТИЦИДОВ ПРОМЕТРИНА, ГХЦГ И 4,4-ДДТ В ПОЧВЕ ТЕРРИТОРИИ ЗАХОРОНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. В. Васнецова, О. Ю. Ксенофонтова, Д. А. Тихонова,
Е. А. Филимонова, К. В. Савина

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: ksenofontova64@mail.ru

Проведено микробиологическое исследование почвы с места захоронения пестицидов в Саратовской области и определены доминирующие популяции микроорганизмов. Анализ численности микроорганизмов показал, что доминирующей группой в почве явились гетеротрофные бактерии, а наиболее чувствительными – плесневые грибы. Выделены эффективные микроорганизмы-деструкторы, разрушающие пестициды прометрин, гексахлорциклогексан (ГХЦГ) и дихлордифенилтрихлорметилметан(4,4-ДДТ). Штаммы *Pseudomonas putida* П2, *P. putida* П6, *P. putida* 8.3.2 и *Jonesia denitrificans* 151 в течение семи дней способны трансформировать от 60 до 90% пестицидов.

Ключевые слова: микроорганизмы-деструкторы, *Pseudomonas putida*, трансформация пестицидов, прометрин, гексахлорциклогексан (ГХЦГ), дихлордифенилтрихлорметилметан(4,4-ДДТ).



Search of Bacteria Destroyers of Pesticides Prometrin, Hexachlorocyclohexane (HCH), Dihlordifeniltrihlormetilmetan (4,4-DDT) in Soil with Pesticides Burial Places in the Saratov Region

Е. В. Vasnetsova, О. Y. Ksenofontova, Д. А. Tikhonova,
Е. А. Filimonova, К. V. Savina

A microbiological study of soil with pesticides burial places in the Saratov region and identified the dominant microbial populations. The number of microorganisms analysis determined that the dominant group in the soil were heterotrophic bacteria and most sensitive – microscopic fungi. Obtained destructors effective microorganisms that break down pesticides prometrin, hexachlorocyclohexane and dihlordifeniltrihlormetilmetan (4,4-DDT). Strains of *Pseudomonas putida* P2, *P. putida* P6, *P. putida* 8.3.2 and *Jonesia denitrificans* 151 for seven days able to transform from 60 to 90% of the pesticides.



Key words: bacteria destructors, *Pseudomonas putida*, transformation of pesticides prometrin, hexachlorocyclohexane (HCH), dihalor-difeniltrihlormetilmetan (4,4-DDT).

DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-3-349-354

Изучение состава микробоценозов загрязненных почв, а также почв с территории захоронения ядохимикатов представляет значительный научный интерес как для мониторинга окружающей среды, так и для выделения микроорганизмов, устойчивых к высоким дозам токсикантов.

Для различных видов загрязнений почв используют соответствующие специфичные штаммы-деструкторы. Доказано, что выделение микроорганизмов, устойчивых к ксенобиотикам, целесообразно проводить из почвы, длительно содержащей высокие концентрации ксенобиотиков [1]. Причем для каждого типа почвы свойственны определенные штаммы-деструкторы, желательны из представителей аборигенной микрофлоры. При использовании метода внесения деструктор-аборигенов непосредственно с зараженной территории выделяют наиболее активные штаммы из сообщества естественной микрофлоры, подбирают оптимальные условия культивирования, производят биомассу и вносят ее в загрязненную среду с последующей активизацией стандартными агротехническими приемами [2]. На настоящий момент выделено и депонировано большое количество штаммов-деструкторов как в виде монокультур, так и в консорциумах [3]. Однако практически нет препаратов, предназначенных для деструкции сразу нескольких видов пестицидов.

В связи с вышесказанным целью работы явилось микробиологическое исследование почвы с места захоронения пестицидов и поиск эффективных микроорганизмов-деструкторов прометрина (метилтио-4,6-бис(изопропиламино)-симм-триазин), ГХЦГ (гексахлорциклогексан) и 4,4-ДДТ (дихлордифенилтрихлорметилметан).

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1) изучить микробиологический состав почвы с мест захоронения пестицидов и фоновой территории в Краснопартизанском и Советском районах Саратовской области;

2) определить доминирующие популяции микроорганизмов в почве;

3) выделить чистые культуры микроорганизмов доминирующих популяций;

4) отобрать штаммы деструкторов, использующие пестициды прометрин, ГХЦГ и 4,4-ДДТ в качестве единственного органического источника углерода;

5) изучить морфологические, культуральные и биохимические свойства штаммов-деструкторов с целью идентификации;

6) определить антагонистические взаимоотношения штаммов-деструкторов по отношению друг к другу с целью совместного культивирования и создания комплексного биопрепарата;

7) определить деструктивный потенциал культур и отобрать наиболее перспективные штаммы для создания биопрепаратов, предназначенных для очистки почв от пестицидов прометрина, ГХЦГ и 4,4-ДДТ.

Материалом исследований явилась почва с места захоронения пестицидов и фоновой территории (на расстоянии 1 км от места захоронения) в Советском и Краснопартизанском районах Саратовской области. Почва для исследований была предоставлена специалистами Управления Россельхознадзора по Саратовской области. На данной территории произведено захоронение симтриазиновых и хлорорганических пестицидов. По данным ежегодного мониторинга, в 2014 г. было установлено превышение ПДК таких пестицидов, как прометрин, ГХЦГ и ДДТ. Это и обусловило поиск микроорганизмов-деструкторов именно этих пестицидов.

Характеристика пестицидов:

– прометрин – гербицид сим-триазинового ряда, $C_{10}H_{19}N_5S$, 2-метилтио-4,6-бис-(изопропиламино)-симм-триазин – производное циануровой кислоты (1,3,5-тригидрокси-симм-триазин), широко используется на территории Саратовской области, с 1992 г. им обрабатывается около 70% полей подсолнечника, моркови, кукурузы и картофеля. Коммерческие названия препаратов, с прометрином в качестве основного действующего вещества: «Гезагард», «Мерказин», «Прометрин», «Капарол», «Селектин», «Гексазол», «Зиразин» [4];

– 4,4-ДДТ (дихлордифенилтрихлорметилметан) – хлорорганический инсектицид, известен в разных странах под различными названиями – ДДТ, гезарол, гуезарол, неоцид, дикофан и др. Применялся от мух, комаров и саранчи. ДДТ получил широкое распространение в 1940–1970 гг. и стал самым известным и широко используемым химическим средством борьбы с насекомыми-вредителями. Ежегодно в течение трех десятилетий применение ДДТ во все возрастающих масштабах привело к значительному накоплению его во внешней среде, в почве, воде, растительных и животных организмах, в том числе и в организме человека. В настоящее время ДДТ запрещен для использования [5, 6];

– ГХЦГ (гексахлорциклогексан) – хлорорганический инсектицид, обладает высокой острой токсичностью в отношении теплокровных животных, не обладает канцерогенным действием. В настоящее время запрещен для использования [6].



В экспериментах использовали государственные стандартные образцы пестицидов прометрина, 4,4-ДДТ и ГХЦГ.

Методы исследований

Определение численности почвенных микроорганизмов необходимо для определения физиологических групп устойчивых к загрязнителю и для сравнения микробиологического состава микрофлоры почвы на месте захоронения (опытные образцы) и фоновой территории (контрольные образцы), удаленной на расстоянии 1 км.

Численность микроорганизмов в почве определяли методом последовательных разведений почвенной суспензии на плотных питательных средах [7]. Исследования почвенных проб были направлены на определение численности аммонифицирующих, целлюлозоразрушающих, азотфиксирующих бактерий, актиномицетов и плесневых грибов, так как именно эти группы обеспечивают самоочищающую способность почвы и участвуют в почвообразовательных процессах [8].

Плесневые грибы учитывали на агаризованной среде Чапека–Докса, аммонифицирующие бактерии выявляли на ГРМ-агаре, азотфиксирующие бактерии – на среде Эшби, аэробные целлюлозоразрушающие бактерии учитывали на плотной питательной среде Хетчинсона и Клейтона [9]. Культивирование посевов осуществляли в термостате при 28°C в течение 2 суток при выделении гетеротрофных бактерий, 5–7 суток при выделении актиномицетов, азотфиксирующих и плесневых грибов и 7–9 суток при выделении целлюлозоразрушающих бактерий. После инкубации посевов проводили количественный учет выросших колоний и определяли количество колониеобразующих единиц (КОЕ) в 1 г почвы.

Важным условием для дальнейшей микробиологической работы являлось изолирование отдельных штаммов доминирующих популяций микроорганизмов и получение чистых культур для изучения индивидуальных деструктивных свойств.

Получение чистых культур осуществляли механическим разобщением на поверхности плотной питательной среды (метод штриха с обжигом петли) [9]. Отдельные колонии проверяли на чистоту путем микроскопирования и отсеивали на скошенный питательный агар для культивирования.

При всем разнообразии микроорганизмов частота встречаемости отдельных штаммов деструкторов в почве относительно невелика. Адаптация происходит, как правило, очень медленно. Поэтому для поиска деструкторов

мы использовали штаммы из доминирующих популяций бактерий. Для этого производили посев всех выделенных штаммов на чашки Петри с агаризованной средой М9 [10] (состав, г/л: Na_2HPO_4 – 6,0; KH_2PO_4 – 3,0; NaCl – 0,5; NH_4Cl – 1,0; вода дистиллированная 1000 мл, 2% голодного агара) с пестицидом, к которому осуществляли поиск деструкторов в концентрации 100 ПДК, культивировали в течение 5 суток при 28 °С.

Так как в аэробных условиях первой стадией биodeградации ксенобиотиков являются реакции окислительного метаболизма, катализируемые различными оксидоредуктазами, основными из которых являются дегидрогеназы, то выявление именно этих ферментов у микроорганизмов свидетельствует о деструктивных возможностях культуры. Для обнаружения у бактерий дегидрогеназной активности использовали 5%-ный водный раствор 2,3,5-трифенилтетразолия хлорида (ТТХ), который добавляли в среду М9. О способности микроорганизмов разрушать препарат свидетельствовало окрашивание колоний и среды вокруг них в красный цвет, что указывало на образование восстановленного трифенилформазана (ТФФ). По этому признаку отбирали штаммы-деструкторы [11].

Для характеристики и идентификации микроорганизмов-деструкторов проводили изучение культуральных, морфологических и биохимических признаков исследуемых штаммов [9]. Идентификацию выделенных деструкторов проводили по совокупности культуральных, морфологических, тинкториальных и биохимических признаков [12].

Для определения антагонистических свойств и биологической совместимости выделенных штаммов-деструкторов использовали принцип диффузии в агар продуктов метаболизма микроба при посеве перпендикулярными штрихами, методом лунок и дисков [7]. Использование данных методов позволило проверить чувствительность всех исследуемых штаммов-деструкторов друг к другу.

Изучение деструкции пестицидов проводили путем внесения чистых культур всех отобранных штаммов деструкторов в жидкую среду М9, содержащую пестицид в концентрации 100 ПДК. Посевная доза бактерий в 100 мл среды составляла 1 мл взвеси суточных культур, приготовленной по стандартам мутности БАК-10 (порядок = 10^9), что соответствовало 10^9 клеток в миллилитре физиологического раствора. Рост культуры контролировали на фотоэлектроколориметре КФК–2, измеряя оптическую плотность культуральной жидкости при длине волны $\lambda = 600$ нм (ОП_{600}) и длине кюветы $l = 10$ мм. Концентрацию клеток



определяли по уравнению калибровочного графика зависимости ОП₆₀₀ от концентрации клеток в миллилитре. Концентрацию пестицида в среде культивирования деструкторов определяли по построенному калибровочному графику, отражающему зависимость оптической плотности от концентрации пестицидов. Для записи спектров использовали сканирующий спектрофотометр LEKI SS2109UV. Измерения проводили каждый день в течение 7 суток в диапазоне длин волн от 0 до 700 нм. Контролем служила среда М9 с пестицидом без микроорганизмов.

Статистическую обработку данных проводили с помощью встроенного статистического пакета Excel (MS Office 2007). Повторность всех экспериментов трехкратная.

Результаты и их обсуждение

Анализ микробиологического состава почвы с мест захоронения пестицидов показал, что в загрязненной почве увеличена численность аммонифицирующих бактерий и снижено количество плесневых грибов и аэробных целлюлозоразлагающих бактерий (табл. 1).

Таблица 1

Численность почвенных микроорганизмов на территории захоронения пестицидов в Саратовской области

Физиологическая группа бактерий	Численность микроорганизмов, КОЕ/г (M±m)			
	Загрязненная почва		Фоновая территория (на расстоянии 1000 м)	
	Краснопартизанский район	Советский район	Краснопартизанский район	Советский район
Аммонифицирующие бактерии	5,0*±0,6×10 ⁶	6,4*±0,6×10 ⁶	3,7*±0,4×10 ⁶	2,7*±0,4×10 ⁶
Азотфиксирующие бактерии	2,4±0,3×10 ⁵	2,6±0,2×10 ⁵	1,1±0,2×10 ⁵	1,5±0,2×10 ⁵
Плесневые грибы	1,9*±0,3×10 ³	2,9*±0,7×10 ³	12,7*±1,1×10 ³	16,2*±1,1×10 ³
Актиномицеты	2,1±0,4×10 ³	3,1±0,4×10 ³	2,5±0,4×10 ³	3,5±0,4×10 ³
Аэробные целлюлозолитические бактерии	1,2 ±0,2×10 ³	1,4 ±0,2×10 ³	1,5±0,2×10 ³	3,3±0,1×10 ³

Примечание. *P ≤ 0,05.

Количественные показатели азотфиксирующих бактерий и актиномицетов в загрязненной почве существенно не отличались от показателей фоновой территории. Таким образом, наличие в почве пестицидов как органического вещества стимулировало размножение аммонифицирующих бактерий. А снижение плесневых грибов может быть вызвано наличием в загрязненной почве хлорорганических пестицидов, ингибирующих их рост. Анализ численности микроорганизмов в загрязненной

почве определил, что доминирующей группой в загрязненной почве явились гетеротрофные бактерии. Поэтому поиск деструкторов проводили именно в этой группе.

В ходе работы было выделено 18 штаммов бактерий доминирующих популяций, содержащихся в почве в концентрации 10⁶ КОЕ/г. Данные культуры были идентифицированы и изучены на возможность использовать пестициды в качестве единственного источника углерода. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Определение способности использовать пестициды в качестве единственного источника углерода в концентрации 200 мкг/мл в среде М9

Штамм бактерий	Пестицид (название)		
	Прометрин	4,4 - ДДТ	ГХЦГ
<i>Pseudomonas putida</i> П2	+	+	+
<i>Pseudomonas putida</i> П6	+	+	+
<i>Pseudomonas putida</i> 8.3.2	+	+	+
<i>Jonesia denitrificans</i> 151	+	+	+
<i>Amphibacillus xylanus</i> 150.2	-	+	-
<i>Amphibacillus xylanus</i> 152	-	+	-
<i>Amphibacillus xylanus</i> 165	-	+	-
<i>Amphibacillus xylanus</i> 181	-	-	-
<i>Bacillus</i> sp. 154, 166, 179, 180, П3, П4, П5, П7, 82, 831,	-	-	-



Из 18 видов доминирующих органотрофных бактерий 11 штаммов из родов *Bacillus* и *Amphibacillus* не использовали углерод из пестицидов. Штаммы *Amphibacillus xylanus* 150.2, *A. xylanus* 152, *A. xylanus* 165 проявили деструктивную активность только по отношению к 4,4-ДДТ, а штаммы *Pseudomonas putida* П2, *P. putida* П6, *P. putida* 8.3.2 и *Jonesia denitrificans* 151 использовали углерод из всех изученных пестицидов.

Изучение антагонистических свойств у данных штаммов не выявило ингибирующих свойств по отношению друг к другу. Это позволяет осуществлять их совместное культивирование и использовать их в консорциуме при создании биопрепарата.

Для подтверждения деструкции пестицидов бактериями нами изучены спектры ГСО пестицидов в среде М9 в течение 7 дней и обнаружены пики в области 300 нм, которые не подвергались изменениям. При добавлении микроорганизмов в среду наблюдение вели именно за этими пиками.

В дальнейшем нами была изучена деструкция пестицидов созданным нами консорциумом бактерий, состоящим из штаммов *Pseudomonas putida* П2, *P. putida* П6, *P. putida* 8.3.2 и *Jonesia denitrificans* 151. Анализ полученных спектрограмм показал, что все исследуемые пестициды подвергаются деструкции штаммами бактерий (рис. 1–3).

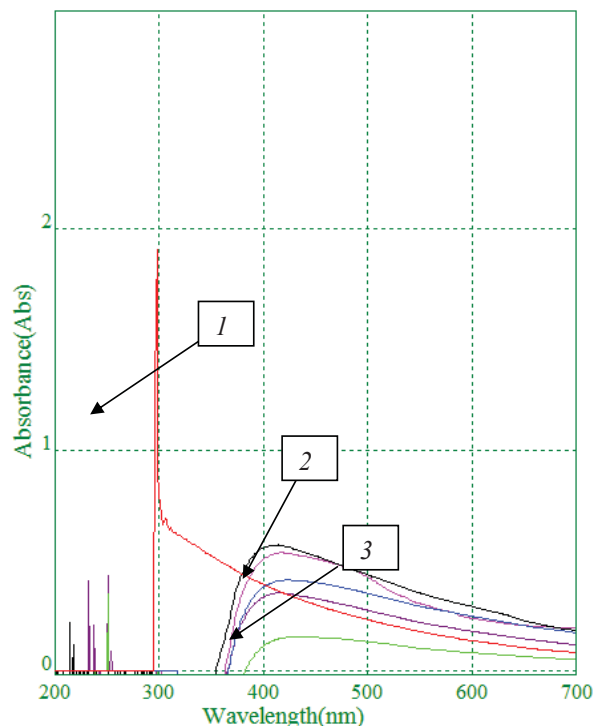


Рис. 2. Спектрофотометрический анализ деструкции 200 мкг/мл (100 ПДК) 4,4-ДДТ штаммами *Pseudomonas putida* П2, *P. putida* П6, *P. putida* 8.3.2 и *Jonesia denitrificans* 151 в жидкой среде М9 (1 – 1-й день, 2 – 3-й день, 3 – 7-й день)

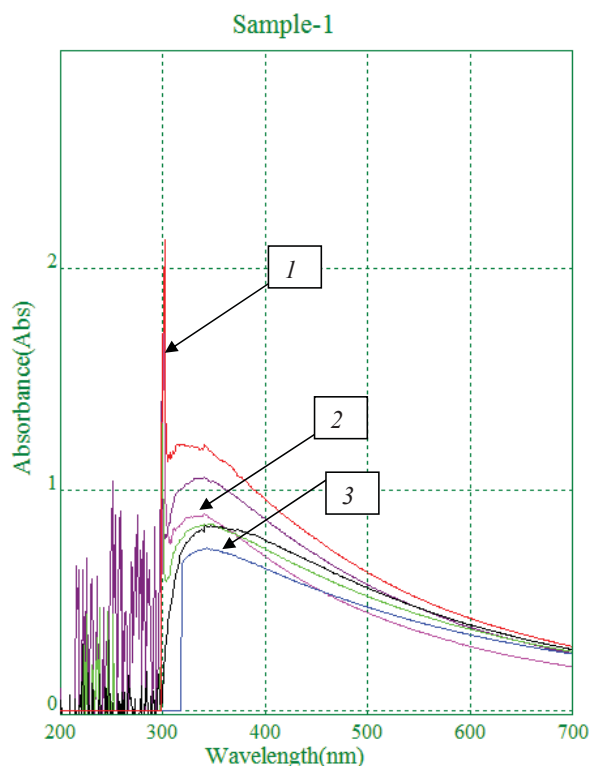


Рис. 1. Спектрофотометрический анализ деструкции 250 мкг/мл (100 ПДК) ГХЦГ штаммами *Pseudomonas putida* П2, *P. putida* П6, *P. putida* 8.3.2 и *Jonesia denitrificans* 151 в жидкой среде М9 (1 – 1-й день, 2 – 3-й день, 3 – 7-й день)

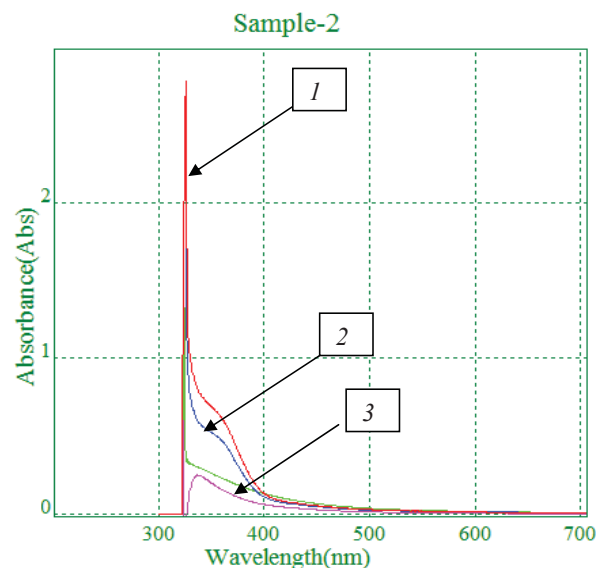


Рис. 3. Спектрофотометрический анализ деструкции 250 мкг/мл прометрина штаммами *Pseudomonas putida* П2, *P. putida* П6, *P. putida* 8.3.2 и *Jonesia denitrificans* 151 в жидкой среде М9 (1 – 1-й день, 2 – 3-й день, 3 – 7-й день)

Согласно калибровочным графикам пестицидов в среде с микроорганизмами отмечено снижение концентрации ГХЦГ с 250 до 86 мкг/мл. Таким образом, за 7 дней разрушается 164 мкг/мл, что составляет 66% препарата. В среде с 4,4-ДДТ на



3-й день отмечено образование промежуточного продукта с пиком поглощения в области 400 нм, который также подвергается разрушению консорциумом бактерий на 7-й день. В среде М9 с прометрином отмечено снижение концентрации с 250 до 18 мкг/мл. Следовательно, деструкции подвергается около 93% препарата.

Таким образом, штаммы *Pseudomonas putida* П2, *P. putida* П6, *P. putida* 8.3.2. и *Jonesia denitrificans* 151, выделенные с места захоронения пестицидов, обладают высокой деструкционной активностью по отношению к ГХЦГ, 4,4-ДДТ и прометрину. В течение 7 дней происходит разрушение от 60 до 90% препаратов. Данные штаммы могут быть рекомендованы для создания комплексного препарата, предназначенного для очистки земель, загрязненных триазинами и хлорорганическими пестицидами.

Список литературы

1. Колесников С. И., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Биоэкологические принципы мониторинга и нормирования загрязнения почв. Ростов н/Д : Изд-во ЦВВР, 2001. 65 с.
2. Вельков В. В. Стандартизация формата описаний промышленных технологий биоремедиации // Биотехнология. 2001. № 2. С. 70–76.
3. Колупаев А. В. Почвенные микроорганизмы–биодеструкторы органических пестицидов : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2010. 21 с.
4. Горбатова О. Н., Жердев А. В., Королева О. В. Триазиновые пестициды : структура, действие на живые организмы, процессы деградации // Успехи биологической химии. 2006. Т. 46, № 2. С. 323–348.
5. Богуславская Н. В. Динамика ДДТ и его метаболитов в агроландшафте по сезонам года // Экологическая безопасность в АПК. Реферат. журн. М. : Изд-во Центр. науч. с/х библи., 2009. № 3. С. 693.
6. Мельников Н. Н. Пестициды. Химия, технология и применение. М. : Химия, 1987. 658 с.
7. Егоров Н. С. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. М. : Изд-во МГУ, 1995. 222 с.
8. Звягинцев Д. Г., Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв. М. : Изд-во МГУ, 2005. 445 с.
9. Большой практикум по микробиологии : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. А. И. Нетрусова. М. : ИЦ «Академия», 2005. 608 с.
10. Маниатис Т. Молекулярное клонирование. М. : Мир, 1984. 477 с.
11. Пат. 2051961 Российская Федерация, С12N1/00, 1/14; С12Q1/00, 1/32. Способ выявления микроорганизмов – деструкторов ксенобиотиков / Гранатская Т. А.
12. Определитель бактерий Берджи : в 2 т. / пер. с англ.; под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита и др. М. : Мир, 1997. 800 с.

PERSONALIA

УДК 591+929 Шляхтин

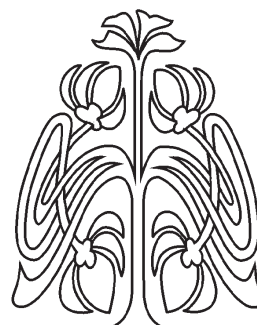
К ЮБИЛЕЮ ДОКТОРА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРА, ЗАСЛУЖЕННОГО ДЕЯТЕЛЯ НАУКИ РФ ГЕННАДИЯ ВИКТОРОВИЧА ШЛЯХТИНА



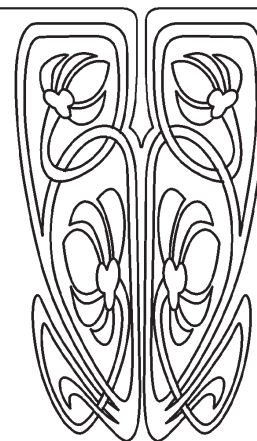
Геннадий Викторович Шляхтин родился 14 августа 1941 г. в семье военнослужащего в городе Кяхта (Бурятия). Через несколько месяцев полк, в котором служил его отец, отправляют на фронт. Вслед за мужем вскоре на фронт уходит и его мама, оставив сына у своих родителей в селе Синодское Саратовской области. После окончания войны семья Шляхтиных, как и все семьи военнослужащих, неоднократно меняла свое место жительства. Отец Геннадия Викторовича

сначала служил в Москве, затем в Белоруссии, Украине, Германии, Грузии. Школу Г. В. Шляхтин окончил с серебряной медалью в 1959 г. в Тбилиси и в том же году поступил в Саратовский педагогический институт на факультет естествознания. Здесь он стремился осуществить свою мечту стать учителем биологии. Интерес к натуралистическим наблюдениям зародился у Геннадия Викторовича еще в раннем детстве, когда летом в деревне у бабушки он с мальчишками целыми днями пропадал на реке Терешке, ловил рыбу, лягушек, майских жуков, наблюдал за птицами. На выбор профессии учителя большое влияние оказал Грант Константинович Бестаев – удивительный человек и превосходный педагог, преподававший биологию в тбилисской школе.

В институте Геннадий Виктрович не только проявляет свои незаурядные способности в учебе, но и активно включается в общественную жизнь вуза. Его инициативность, энергичность, доброжелательность и несомненные лидерские качества не остались незамеченными: уже на третьем курсе его избирают секретарем комитета комсомола, а в 1965 г. делегируют на 15-й съезд ВЛКСМ. В 1964 г. после окончания с красным дипломом Педагогического института, он два года работает в должности ассистента кафедры зоологии, а затем поступает в аспирантуру при Институте физиологии им. И. П. Павлова АН СССР (г. Ленинград) в лабораторию академика Н. Г. Колосова. В 1970 г. защищает диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук. В 1975 г. профессор Нина Ивановна Ларина приглашает Геннадия Викторовича в Саратовский государственный университет на должность доцента кафедры зоологии позвоночных. С тех пор биологический факультет стал для него основным и любимым местом работы.



ПРИЛОЖЕНИЯ



В 1980 г. Г. В. Шляхтина назначаются заведующим кафедрой зоологии позвоночных животных, а в 1987 г., после успешной защиты докторской диссертации, – деканом биологического факультета. Под его руководством на кафедре начинаются масштабные работы по изучению воздействия антропогенных факторов на биологические системы разных уровней организации. Постепенно создается оригинальная научная школа, труды которой сегодня широко известны не только в России, но и за рубежом. Результаты проведенных исследований внесли существенный вклад в экологию животных и способствовали решению многих экологических проблем. Так, многолетний мониторинг состояния животного и растительного мира вокруг объектов по уничтожению химического оружия позволил установить закономерности трансформации токсических веществ по биологическим цепям. Результаты работ, выполненных в рамках совместных с Германией и Украиной проектов по сохранению дрофы, легли в основу принципов искусственного разведения этой редкой птицы. Данные по фауне рептилий и птиц севера Нижнего Поволжья позволили ликвидировать пробелы в материалах современных европейских сводок «The EBCC Atlas of European Breeding Birds: Their Distribution and Abundance» и «Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe» о распространении многих видов фауны на юго-востоке Европы. По итогам изучения экологического состояния Волгоградского водохранилища была разработана стратегия стабилизации островных и экотонных систем р. Волги и малых рек.

За период научной и педагогической деятельности Г. В. Шляхтиным было подготовлено 9 докторов и 32 кандидата биологических наук. Им опубликовано около 700 работ, в том числе 18 монографий и 24 учебных пособия.

Геннадий Викторович является главным редактором серии «Химия. Биология. Экология» журнала «Известия Саратовского университета», заместителем главного редактора журналов «Современная герпетология» и «Поволжский экологический журнал», членом редколлегий журналов «Известия Саратовского университета. Новая серия», «Известия высших учебных заведений. Поволжский регион», «Научная жизнь».

Он является членом Головного научного совета «Биологические науки и технологии» Министерства образования и науки РФ, Учебно-методического совета по экологии и устойчивому развитию Министерства образования и науки РФ, экспертного совета по биологии и экологии программы «Университеты России»,

Экопарламента Волги, членом коллегии Комитета государственного экологического контроля и природопользования Саратовской области, заместителем председателя комиссии по ведению Красной книги Саратовской области, научным редактором первого и второго изданий «Красной книги Саратовской области», научным редактором раздела «Биология» Энциклопедии Саратовского края, председателем Саратовских отделений Териологического и Герпетологического обществ РАН, Саратовского регионального отделения «Центра экологической политики и культуры России».

Успешная научная деятельность, активная общественная работа Геннадия Викторовича неоднократно отмечались наградами и дипломами. В 2002 г. ему было присвоено звание «Заслуженный деятель науки РФ», в 2007 г. – «Заслуженный деятель науки и образования РАЕ». Он является академиком Российской академии естественных наук (2002) и Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (1995), членом-корреспондентом Российской академии естествознания (2011). В 2010 г. Указом Президента Российской Федерации Д. А. Медведева он был награжден Орденом Дружбы, в 2016 г. – Орденом Петра Великого «Небываемое бывает», который вручается российским и зарубежным ученым за признанный мировым сообществом вклад в науку, образование и общественную деятельность.

Перечисление наград и званий, несомненно, позволяет понять, какой весомый вклад внес Геннадий Викторович в развитие биологической науки и образования, однако за данным перечислением не всегда возможно увидеть какой незаурядной личностью он является. В нем сочетаются интеллигентность с юношеским задором, требовательность с отеческой любовью к студентам, категоричность с дипломатией, прагматизм с альтруизмом, серьезность с романтизмом. Гармонично уживаются почти несовместимые свойства. Именно эти незаурядные личностные качества Геннадия Викторовича вербовали и до сих пор вербуют в его стан все новых и новых друзей и поклонников. Неслучайно уже на протяжении 30 лет биологический факультет неизменно избирает его своим лидером.

От души поздравляем глубокоуважаемого Геннадия Викторовича с юбилеем, желаем ему долгих лет жизни, плодотворной работы, благодарных и успешных учеников!

*О. И. Юдакова,
доктор биологических наук,
сотрудники биологического факультета СГУ*



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алёнова Сауле Максотовна – аспирант Самарского государственного технического университета. E-mail: saule-alenova@mail.ru

Аникин Василий Викторович – профессор кафедры морфологии и экологии животных биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, д-р биол. наук. E-mail: anikinvasiliiv@mail.ru

Архипова Екатерина Александровна – доцент кафедры ботаники и экологии биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: arhipovaea@mail.ru

Беляченко Андрей Александрович – доцент кафедры экологии Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю. А., канд. биол. наук. E-mail: belyachenkoa@mail.ru

Беляченко Александр Владимирович – доцент кафедры морфологии и экологии животных биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: veliger59@mail.ru

Болдырев Владимир Александрович – заведующий кафедрой ботаники и экологии биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, д-р биол. наук, профессор. E-mail: boldyrevva@info.sgu.ru

Борзов Виктор Михайлович – студент Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: vbtrubka@gmail.com

Бочкова Анна Юрьевна – магистр Волгоградского государственного технического университета. E-mail: anuta3137@yandex.ru

Буланая Марина Владимировна – доцент кафедры естественно-научного образования Государственного автономного учреждения дополнительного профессионального образования «Саратовский областной институт развития образования», канд. биол. наук. E-mail: marbul52@mail.ru

Буланый Юрий Иванович – профессор кафедры ботаники и экологии биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, д-р биол. наук. E-mail: bul-yurij@yandex.ru

Васнецова Елена Владимировна – аспирант биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: ksenofontova64@mail.ru

Верхов Дмитрий Геннадиевич – инженер кафедры медицинской физики факультета нано- и биомедицинских технологий Саратовского национального исследовательского

государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: werchowdg@mail.ru

Гаркушин Иван Кириллович – заведующий кафедрой общей и неорганической химии Самарского государственного технического университета, профессор, д-р хим. наук. E-mail: baschem@samgtu.ru

Гребенюк Сталина Ивановна – старший преподаватель кафедры ботаники и экологии биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: gresta38@mail.ru

Губина Тамара Ивановна – профессор кафедры природной и техносферной безопасности Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю. А., д-р хим. наук. E-mail: gubinati@mail.ru

Давиденко Ольга Николаевна – доцент кафедры ботаники и экологии биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: alenka71980@mail.ru

Давиденко Татьяна Николаевна – доцент кафедры ботаники и экологии биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: zlata-babochka2008@mail.ru

Данилина Татьяна Григорьевна – магистр физического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: tanushechka900@mail.ru

Евдокимов Николай Анатольевич – доцент кафедры ботаники, химии и экологии агрономического факультета Саратовского государственного аграрного университета имени Н. И. Вавилова, канд. биол. наук. E-mail: nikolayevdokimov@yandex.ru

Ермолин Владимир Павлович – ведущий научный сотрудник Саратовского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ», канд. биол. наук. E-mail: gosniorh@mail.ru

Ермохин Михаил Валентинович – доцент кафедры морфологии и экологии животных биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: yermokhinmv@yandex.ru

Желобичкая Елена Александровна – аспирант Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: smirnovatd@mail.ru

Завьялов Евгений Владимирович – профессор кафедры морфологии и экологии животных биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, д-р биол. наук.



Заигралова Галина Николаевна – доцент кафедры лесного хозяйства и лесомелиорации Саратовского государственного аграрного университета имени Н. И. Вавилова, канд. сел.-хоз. наук. E-mail: zdorovoles@yandex.ru

Ильин Константин Кузьмич – профессор кафедры общей и неорганической химии Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, д-р хим. наук. E-mail: iilinkk@info.sgu.ru

Кабанов Сергей Владимирович – доцент кафедры лесного хозяйства и лесомелиорации Саратовского государственного аграрного университета имени Н. И. Вавилова, канд. сел.-хоз. наук. E-mail: zdorovoles@yandex.ru

Козырева Елена Александровна – аспирант биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: kozyreva_e@bk.ru

Колядо Александр Владимирович – доцент кафедры общей и неорганической химии Самарского государственного технического университета, канд. хим. наук. E-mail: kolyado@rambler.ru

Костецкий Олег Владимирович – доцент кафедры ботаники и экологии биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: ovavkost@mail.ru

Ксенофонтова Оксана Юрьевна – доцент кафедры микробиологии и физиологии растений биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: ksenofontova64@mail.ru

Курский Виктор Федорович – доцент кафедры уголовного процесса, криминалистики и судебных экспертиз Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. хим. наук. E-mail: iilinkk@info.sgu.ru

Лаврентьев Михаил Васильевич – инженер кафедры ботаники и экологии биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: mihailavrentev@yandex.ru

Маевский Владислав Витольдович – старший научный сотрудник РосНИИСК «Россорго» (Саратов), канд. сел.-хоз. наук. E-mail: biosovet@sgu.ru

Малинина Юлия Александровна – заведующая сектором гидробиологии Саратовского отделения «ГосНИОРХ», канд. биол. наук. E-mail: mjul@rambler.ru

Мельников Евгений Юрьевич – доцент кафедры морфологии и экологии животных биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: skylark88@yandex.ru

Мосолова Екатерина Юрьевна – доцент кафедры морфологии и экологии животных биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: ekmosolova@mail.ru

Неврюева Наталия Владимировна – старший преподаватель Саратовского государственного медицинского университета имени В. И. Разумовского, канд. хим. наук. E-mail: natasha.k.83@mail.ru

Невский Сергей Александрович – доцент кафедры ботаники и экологии биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: nevskiysa@yandex.ru

Опарин Михаил Львович – директор Саратовского филиала Института проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова РАН, д-р биол. наук. E-mail: oparinmi@mail.ru

Панин Алексей Владимирович – учитель биологии Гимназии № 108 (Саратов), канд. биол. наук. E-mail: flor1980@mail.ru

Петрович Марина Викторовна – магистр Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: chernov-ia@yandex.ru

Пискунов Владимир Валерьевич – доцент кафедры ботаники и экологии биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: piskunov_v.v@mail.ru

Подольский Андрей Львович – профессор кафедры экологии Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю. А. E-mail: andrei.podolsky@mail.ru

Ребров Виктор Георгиевич – доцент кафедры физики твердого тела факультета нано- и биомедицинских технологий Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: rebrovvg@yandex.ru

Решетникова Татьяна Борисовна – доцент кафедры генетики биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: rtb-55@mail.ru

Савина Ксения Викторовна – магистр биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: ksenofontova64@mail.ru

Сажнев Алексей Сергеевич – старший научный сотрудник лаборатории экологии водных беспозвоночных Института биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина РАН (Ярославская область, поселок Борок), канд. биол. наук. E-mail: sazhd@list.ru

Северюкова Галина Александровна – профессор кафедры промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности Волгоградского государственного технического университета, д-р биол. наук. E-mail: anuta3137@yandex.ru

Седова Оксана Владимировна – доцент кафедры ботаники и экологии биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: sedova_ov@mail.ru

Сидоренко Светлана Вадимовна – аспирант биологического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова. E-mail: sida2006@yandex.ru



Синельцев Алексей Андреевич – аспирант Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю. А. E-mail: aleksej-sinelcev@yandex.ru

Скрипаль Анатолий Владимирович – заведующий кафедрой медицинской физики факультета нано- и биомедицинских технологий Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, профессор, д-р физ.-мат. наук. E-mail: skripalav@info.sgu.ru

Смирнов Дмитрий Григорьевич – профессор кафедры зоологии и экологии Пензенского государственного университета, д-р биол. наук. E-mail: eptesicus@mail.ru

Смирнова Татьяна Дмитриевна – профессор кафедры аналитической химии и химической экологии Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, доцент, канд. хим. наук. E-mail: smirnovatd@mail.ru

Соколов Дмитрий Станиславович – министр природных ресурсов и экологии Саратовской области. E-mail: esosom@saratov.gov.ru

Степанов Михаил Владимирович – доцент кафедры ботаники и экологии биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: stepanovmv_69@mail.ru

Стуков Владимир Иванович – директор Мемориального кабинета-музея Н. И. Вавилова Саратовского государственного аграрного университета имени Н. И. Вавилова, доцент, канд. биол. наук. E-mail: biofac@sgu.ru

Табачишин Василий Григорьевич – старший научный сотрудник Саратовского филиала Института проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова РАН, заведующий Зоологическим музеем Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: tabachishinvj@sevin.ru

Тихонова Дарья Александровна – магистр биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: ksenofontova64@mail.ru

Угланова Варсения Загидовна – доцент кафедры нефтехимии и техногенной безопасности Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. хим. наук. E-mail: uglanovavz@mail.ru

Усанов Андрей Дмитриевич – доцент кафедры медицинской физики факультета нано- и биомедицинских технологий Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. физ.-мат. наук. E-mail: aka_norton@mail.ru

Усанов Дмитрий Александрович – заведующий кафедрой физики твердого тела факультета нано- и биомедицинских технологий Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, профессор, д-р физ.-мат. наук. E-mail: usanovda@info.sgu.ru

Филимонова Екатерина Александровна – магистр биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: ksenofontova64@mail.ru

Филипьев Алексей Олегович – доцент кафедры морфологии и экологии животных биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: badger13@yandex.ru

Худякова Лариса Павловна – методист ГБУ ДО «Областной центр экологии, краеведения и туризма» (Саратов). E-mail: biofac@sgu.ru

Чепурина Зинаида Валерьевна – аспирант Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. E-mail: ilinkk@info.sgu.ru

Черкасов Дмитрий Геннадиевич – профессор кафедры общей и неорганической химии Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, д-р хим. наук. E-mail: ilinkk@info.sgu.ru

Чернова Римма Кузьминична – начальник отдела наноаналитики образовательно-научного Института наноструктур и биосистем Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, д-р хим. наук. E-mail: chernov-ia@yandex.ru

Шашуловский Владимир Анатольевич – директор Саратовского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ», д-р биол. наук. E-mail: gosniorh@mail.ru

Шевченко Екатерина Николаевна – доцент кафедры ботаники, химии и экологии агрономического факультета Саратовского государственного аграрного университета имени Н. И. Вавилова, канд. сел.-хоз. наук. E-mail: en-shevchenko@mail.ru

Шестопалова Наталия Борисовна – младший научный сотрудник кафедры аналитической химии и химической экологии Института химии Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. хим. наук. E-mail: chernov-ia@yandex.ru

Шилова Ирина Васильевна – ведущий биолог УНЦ «Ботанический сад» Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук. E-mail: schiva1952@yandex.ru

Шляхтин Геннадий Викторович – декан биологического факультета, заведующий кафедрой морфологии и экологии животных биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, д-р биол. наук. E-mail: biofac@sgu.ru

Юдакова Ольга Ивановна – заведующий кафедрой генетики биологического факультета Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, д-р биол. наук, доцент. E-mail: yudakovaoi@info.sgu.ru



INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alenova Saule Maksotovna – Graduate Student, Samara State Technical University. E-mail: saule-alenova@mail.ru

Anikin Vasilii Viktorovich – Professor, Chair of Animals Morphology and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Doctor of Biological Science. E-mail: anikinvasiliiv@mail.ru

Arkhipova Ekaterina Alexandrovna – Associate Professor, Chair of Botany and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Ph. D. E-mail: arhipovaea@mail.ru

Belyachenko Aleksandr Vladimirovich – Associate Professor, Chair of Animals Morphology and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Ph. D. E-mail: veliger59@mail.ru

Belyachenko Andrey Aleksandrovich – Associate Professor, Chair of Ecology, Saratov State Technical University, Ph. D. E-mail: belyachenkoa@mail.ru

Bochkova Anna Yurievna – Magister, Volgograd State Technical University. E-mail: anuta3137@yandex.ru

Boldyrev Vladimir Alexandrovich – Head of Chair of Botany and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Professor, Doctor of Biological Science. E-mail: boldyrevva@info.sgu.ru

Borzov Viktor Michailovich – Student, Institute of Chemistry, Saratov State University. E-mail: vbtrubka@gmail.com

Bulanaja Marina Vladimirovna – Associate Professor, Chair of Science Education of the State Autonomous Institution of Additional Professional Education «Saratov Regional Institute of Education Development», Ph. D. E-mail: marbul52@mail.ru

Bulany Yury Ivanovich – Professor, Chair of Botany and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Doctor of Biological Science. E-mail: bul-yurij@yandex.ru

Chepurina Zinaida Valerievna – Graduate Student, Institute of Chemistry, Saratov State University. E-mail: ilinkk@info.sgu.ru

Cherkasov Dmitry Gennadievich – Professor, Chair General and Inorganic Chemistry, Institute of Chemistry, Saratov State University, Doctor of Chemical Sciences. E-mail: ilinkk@info.sgu.ru

Chernova Rimma Kuzminichna – Head of Division of Nanoanalytics, Institute of Nanostructures and Biosystems, Saratov State University, Doctor of Chemical Sciences. E-mail: chernov-ia@yandex.ru

Danilina Tatiana Grigorievna – Magister, Physical Department, Saratov State Technical University. E-mail: tanushechka900@mail.ru

Davidenko Olga Nikolaevna – Associate Professor, Chair of Botany and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Ph. D. E-mail: alenka71980@mail.ru

Davidenko Tatiana Nikolaevna – Associate Professor, Chair of Botany and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Ph. D. E-mail: zlata-babochka2008@mail.ru

Ermolin Vladimir Pavlovich – Leading Researcher, Saratov Department, «GosNIORKh», Ph. D. E-mail: gosniorh@mail.ru

Filimonova Ekaterina Aleksandrovna – Magister, Biological Department, Saratov State University. E-mail: ksenofontova64@mail.ru

Filipechev Aleksey Olegovich – Associate Professor, Chair of Animals Morphology and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Ph. D. E-mail: badger13@yandex.ru

Garkushin Ivan Kirillovich – Head of Chair General and Inorganic Chemistry, Samara State Technical University, Professor, Doctor of Chemical Sciences. E-mail: baschem@samgtu.ru

Grebenyuk Stalina Ivanovna – Associate Professor, Chair of Botany and Ecology, Biological Department, Saratov State University. E-mail: gresta38@mail.ru

Gubina Tamara Ivanovna – Professor, Saratov State Technical University, Doctor of Chemical Sciences. E-mail: gubinati@mail.ru

Il'in Konstantin Kuzmich – Professor, Chair General and Inorganic Chemistry, Institute of Chemistry, Saratov State University, Doctor of Chemical Sciences. E-mail: ilinkk@info.sgu.ru

Kabanov Sergey Vladimirovich – Associate Professor, Saratov State Agrarian University, Ph. D. E-mail: zdrowoles@yandex.ru

Khudyakova Larisa Pavlovna – Methodist, Educator Regional Centre of Ecology, Local History and Tourism (Saratov). E-mail: biofac@sgu.ru

Kozyreva Elena Alexeevna – Graduate Student, Biological Department, Saratov State University. E-mail: kozyreva_e@bk.ru

Kolyado Aleksandr Vladimirovich – Associate Professor, Samara State Technical University, Ph. D. E-mail: kolyado@rambler.ru

Kostetsky Oleg Vladimirovich – Associate Professor, Chair of Botany and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Ph. D. E-mail: ovavkost@mail.ru

Ksenofontova Oksana Yurievna – Associate Professor, Chair of Microbiology and Plant Physiology, Biological Department, Saratov State University, Ph. D. E-mail: ksenofontova64@mail.ru

Kurskii Viktor Fedorovich – Associate Professor, Chair of Criminal Process and Forensics, Saratov State University, Ph. D. E-mail: ilinkk@info.sgu.ru



Laurentiev Michail Vasilievich – Engineer, Chair of Botany and Ecology, Biological Department, Saratov State University. E-mail: mihailavrentev@yandex.ru

Majewski Vladislav Vitoldovich – Senior Researcher, Ros-sorgo (Saratov), Ph. D. E-mail: biosovet@sgu.ru

Malinina Yulia Aleksandrovna – Head of Hydrobiology Sector, Saratov Department «GosNIORKh», Ph. D. E-mail: mjul@rambler.ru

Melnikov Evgeny Yurievich – Associate Professor, Chair of Animals Morphology and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Ph. D. E-mail: skylark88@yandex.ru

Mosolova Ekaterina Yurievna – Associate Professor, Chair of Animals Morphology and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Ph. D. E-mail: ekmosolova@mail.ru

Nevryueva Natalia Vladimirovna – Associate Professor, Saratov State Medical University, Ph. D. E-mail: natasha.k.83@mail.ru

Nevskiy Sergey Alexandrovich – Associate Professor, Chair of Botany and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Ph. D. E-mail: nevskiysa@yandex.ru

Oparin Michail Livovich – Director of Saratov Branch of RAS Institute of Ecology and Evolution Problems (Saratov), Doctor of Biological Science. E-mail: oparinml@mail.ru

Panin Aleksey Vladimirovich – Teacher, Saratov Preparatory School №108, Ph. D. E-mail: flor1980@mail.ru

Petrovich Marina Viktorovna – Magister, Institute of Chemistry, Saratov State University. E-mail: chernov-ia@yandex.ru

Piskunov Vladimir Valerievich – Associate Professor, Chair of Botany and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Ph. D. E-mail: piskunov_v.v@mail.ru

Podolskiy Andrei Livovich – Professor, Chair of Ecology, Saratov State Technical University, PhD in Zoology/Ecology. E-mail: andrei.podolskiy@mail.ru

Rebrov Viktor Georgievich – Associate Professor, Chair of Solid Body Physics, Department of Nano- and Biomedical Technologies, Saratov State University, Ph. D. E-mail: rebrovvg@yandex.ru

Reshetnikova Tatiana Borisovna – Associate Professor, Chair of Genetics, Biological Department, Saratov State University, Ph. D. E-mail: rtb-55@mail.ru

Savina Ksenia Viktorovna – Magister, Biological Department, Saratov State University. E-mail: ksenofontova64@mail.ru

Sazhnev Alexey Sergeevich – Senior Researcher, Laboratory of Water Invertebrates Ecology, Institute of Biology of Inland Waters (Borok), Ph. D. E-mail: sazh@list.ru

Sedova Oksana Vladimirovna – Associate Professor, Chair of Botany and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Ph. D. E-mail: sedova_ov@mail.ru

Sevryukova Galina Aleksandrovna – Professor, Volgograd State Technical University, Doctor of Biological Science. E-mail: anuta3137@yandex.ru

Shashulovski Vladimir Anatolievich – Director of Saratov Department «GosNIORKh», Doctor of Biological Science. E-mail: gosniorh@mail.ru

Shestopalova Natalia Borisovna – Junior Researcher, Chair of Analytical Chemistry and Chemical Ecology, Institute of Chemistry, Saratov State University, Ph. D. E-mail: chernov-ia@yandex.ru

Shevchenko Ekaterina Nickolaevna – Associate Professor, Chair of Botany, Chemistry and Ecology, Saratov State Agrarian University, Ph. D. E-mail: en-shevchenko@mail.ru

Shilova Irina Vasilievna – Leading Biologist, Botanical Garden, Saratov State University, Ph. D. E-mail: schiva1952@yandex.ru

Shlyakhtin Gennady Viktorovich – Dean of Biological Department, Head of Chair of Animals Morphology and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Professor, Doctor of Biological Science. E-mail: biofac@sgu.ru

Sidorenko Svetlana Vadimovna – Graduate Student, Biological Department, Moscow State University. E-mail: sida2006@yandex.ru

Sineltsev Aleksey Andreevich – Graduate Student, Saratov State Technical University. E-mail: aleksey-sinelcev@yandex.ru

Skripal Anatoly Vladimirovich – Professor, Chair of Medical Physics, Department of Nano- and Biomedical Technologies, Saratov State University, Doctor of Physical and Mathematical Sciences. E-mail: skripalav@info.sgu.ru

Smirnov Dmitry Grigorievich – Professor, Chair of Zoology and Ecology, Penza State University, Doctor of Biological Science. E-mail: eptesicus@mail.ru

Smirnova Tatiana Dmitrievna – Professor, Chair of Analytical Chemistry and Chemical Ecology, Institute of Chemistry, Saratov State University, Ph. D. E-mail: smirnovatd@mail.ru

Sokolov Dmitry Stanislavovich – Minister of Natural Resources and Ecology of the Saratov Region. E-mail: ecom@saratov.gov.ru

Stepanov Michail Vladimirovich – Associate Professor, Chair of Botany and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Ph. D. E-mail: stepanovmv_69@mail.ru

Stukov Vladimir Ivanovich – Director of Memorial Museum of N. I. Vavilov, Saratov State Agrarian University, Associate Professor, Ph. D. E-mail: biofac@sgu.ru

Tabachishin Vasilii Grigorievich – Senior Researcher, Saratov Branch of RAS Institute of Ecology and Evolution Problems (Saratov), Head of Zoological Museum, Saratov State University, Ph. D. E-mail: hrustovav@forpost.ru

Tichonova Daria Aleksandrovna – Magister, Biological Department, Saratov State University. E-mail: ksenofontova64@mail.ru



Uglanova Varsenia Zagidovna – Associate Professor, Chair of Petrochemicals and Technological Safety, Institute of Chemistry, Saratov State University, Ph. D. E-mail: uglanovavz@mail.ru

Usanov Andrey Dmitrievich – Associate Professor, Chair of Medical Physics, Department of Nano- and Biomedical Technologies, Saratov State University, Ph. D. E-mail: aka_norton@mail.ru

Usanov Dmitry Aleksandrovich – Professor, Chair of Solid Body Physics, Department of Nano- and Biomedical Technologies, Saratov State University, Doctor of Physical and Mathematical Sciences. E-mail: usanovda@info.sgu.ru

Vasnetsova Elena Vladimirovna – Graduate Student, Biological Department, Saratov State University. E-mail: ksenofontova64@mail.ru

Verkhov Dmitry Gennadievich – Engineer, Chair of Medical Physics, Department of Nano- and Biomedical Technologies, Saratov State University. E-mail: werchowdg@mail.ru

Yermokhin Michail Valentinovich – Associate Professor, Chair of Animals Morphology and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Ph. D. E-mail: yermokhinmv@yandex.ru

Yevdokimov Nikolay Anatolievich – Associate Professor, Chair of Botany, Chemistry and Ecology, Saratov State Agrarian University, Ph. D. E-mail: nikolayevdokimov@yandex.ru

Yudakova Olga Ivanovna – Head of Chair of Genetics, Biological Department, Saratov State University, Doctor of Biological Science. E-mail: yudakovaioi@info.sgu.ru

Zaigralova Galina Nikolaevna – Associate Professor, Saratov State Agrarian University, Ph. D. E-mail: zdorovoles@yandex.ru

Zavialov Evgeny Vladimirovich – Professor, Chair of Animals Morphology and Ecology, Biological Department, Saratov State University, Doctor of Biological Science.

Zhelobitskaya Elena Alexandrovna – Graduate Student, Institute of Chemistry, Saratov State University. E-mail: smirnovatd@mail.ru