



СОДЕРЖАНИЕ

Белик В. П., Гугуева Е. В., Милобог Ю. В., Ветров В. В., Пименов В. Н. Степной орёл (<i>Accipitridae</i> , <i>Aves</i>) в Волгоградском Заволжье	363
Горшкова В. П., Володченко А. Н. Структура видовых ассоциаций жуков-усачей (<i>Coleoptera</i> , <i>Cerambycidae</i>) пойменных лесов запада Саратовской области	381
Ерофеева Е. А., Шаповалова К. В. Многолетний сравнительный анализ устойчивости <i>Betula pendula</i> (<i>Betulaceae</i> , <i>Fagales</i>) и <i>Tilia cordata</i> (<i>Malvaceae</i> , <i>Malvales</i>) к автотранспортному загрязнению	390
Маркиянова М. Ф. Состав и распространение видов-двойников <i>Chironomus</i> Meigen, 1803 (<i>Diptera</i> , <i>Chironomidae</i>) в Куршском заливе Балтийского моря	400
Мухортова О. В., Болотов С. Э., Тарасова Н. Г., Быкова С. В., Уманская М. В., Горбунов М. Ю., Краснова Е. С., Кривина Е. С., Буркова Т. Н. Зоопланктон урбанизированного водоёма и факторы, определяющие его развитие (на примере озера Большое Васильевское, г. Тольятти, Самарская область)	409
Опарина О. С., Кондратенков И. А., Опарин М. Л., Мамаев А. Б., Трофимова Л. С. Динамика численности заволжской популяции дрофы (<i>Otididae</i> , <i>Aves</i>)	422
Соломонова М. Ю., Силантьева М. М., Кирюшин К. Ю. Трансформация растительного покрова поселения Тыткескень-2 (Горный Алтай) с IV тыс. до н.э. по настоящее время по палеоботаническим данным	431

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Гребенников К. А., Аникин В. В. К экологии малоизвестного вида муравья <i>Camponotus fedtschenkoi</i> Mayr, 1877 (<i>Hymenoptera</i> , <i>Formicidae</i>) с территории Богдинско-Баскунчакского заповедника	441
Золотарева Н. В., Подгаевская Е. Н. Роль памятников природы Свердловской области в сохранении редких видов растений	447
Корепов М. В., Стрюков С. А., Миронов П. В., Гужов А. С., Тимошенко Н. Н. Орлан-белохвост (<i>Haliaeetus albicilla</i>) (<i>Accipitridae</i> , <i>Aves</i>) в Ундоровских и Сенгилеевских горах	456

НОВАЯ КНИГА

Законнов В. В., Корнева Л. Г. Нужная книга для гидробиологов и экологов	461
--	-----



CONTENTS

Belik V. P., Gugueva E. V., Milobog Yu. V., Vetrov V. V., and Pimenov V. N. Steppe Eagle (Accipitridae, Aves) in the Volgograd Trans-Volga Region . .	363
Gorshkova V. P. and Volodchenko A. N. Specific assemblage structure of longhorn beetles (Coleoptera, Cerambycidae) in floodplain forests of the western Saratov region	381
Yerofeyeva E. A. and Shapovalova K. V. Long-term comparative analysis of the stability of <i>Betula pendula</i> (Betulaceae, Fagales) and <i>Tilia cordata</i> (Malvaceae, Malvales) to motor traffic pollution	390
Markiyanova M. F. Composition and distribution of the sibling species of <i>Chironomus</i> Meigen, 1803 (Diptera, Chironomidae) in the Curonian Lagoon of the Baltic Sea	400
Mukhortova O. V., Bolotov S. E., Tarasova N. G., Bykova S. V., Uman-skaya M. V., Gorbunov M. Yu., Krasnova E. S., Krivina E. S., and Burko-va T. N. Zooplankton of an urbanized water body and the factors determining its development (a case study on the Bolshoye Vasilyevskoye Lake, Togliatti City, Samara region)	409
Oparina O. S., Kondratenkov I. A., Oparin M. L., Mamayev A. B., and Trofimova L. S. Trans-Volga Great bustard (Otididae, Aves) population abundance dynamics	422
Solomonova M. Yu., Silantyeva M. M., and Kiryushin K. Yu. Transformation of the vegetable cover on the territory of the settlement Tytkesken'-2 (the Altai Mountains) since IV thous. B.C. by paleobotanic data	431

SHORT COMMUNICATIONS

Grebennikov K. A. and Anikin V. V. On the ecology of one little-known ant species – <i>Camponotus fedtschenkoi</i> Mayr, 1877 (Hymenoptera, Formicidae) in the Bogdinsko-Baskunchakskiy state nature reserve	441
Zolotareva N. V. and Podgaevskaya E. N. Role of nature sanctuaries in the Sverdlovsk region for rare plant species conservation	447
Korepov M. V., Stryukov S. A., Mironov P. V., Guzhov A. S., and Ty-moshenko N. N. White-tailed eagle (<i>Haliaeetus albicilla</i>) in the Undory and Sen-giley mountains	456

A NEW BOOK

Zakonov V. V. and Korneva L. G. A necessary book for hydrobiologists and ecologists	461
--	-----

СТЕПНОЙ ОРЁЛ (ACCIPITRIDAE, AVES) В ВОЛГОГРАДСКОМ ЗАВОЛЖЬЕ

В. П. Белик¹, Е. В. Гугуева², Ю. В. Милобог³, В. В. Ветров³, В. Н. Пименов²

¹ Южный федеральный университет
Россия, 344006, Ростов-на-Дону, Большая Садовая, 105
E-mail: vrbelik@mail.ru

² Природный парк «Волго-Ахтубинская пойма»
Россия, 404143, Волгоградская обл., пос. Средняя Ахтуба, Набережная, 2-а

³ Украинский центр исследований хищных птиц
Украина, 91055, Луганск, Интернациональная, 71

Поступила в редакцию 24.11.2014 г.

Степной орёл (Accipitridae, Aves) в Волгоградском Заволжье. – Белик В. П., Гугуева Е. В., Милобог Ю. В., Ветров В. В., Пименов В. Н. – В результате экспедиционных исследований в мае – июле 2013 – 2014 гг. в Волгоградском Заволжье установлено, что в настоящее время степной орёл сохранился на гнездовые только в полупустынях Приэльтона на площади около 7000 км². По данным маршрутных учетов, обилие степных орлов в Приэльтоне равняется примерно 6 гнездовых пар на 100 км². По данным картирования гнезд, в безлюдных районах Приэльтона гнездятся примерно 2 пары на 100 км² (Пименов, 2013). При средней плотности населения в 4 пары/100 км², в Приэльтоне обитает 200 – 300 гнездовых пар степного орла, что в 2 раза меньше, чем было в начале XXI в. (Букреев, Чернобай, 2004). Кроме территориальных птиц, в Приэльтоне появилось очень много холостых, в основном молодых степных орлов, которые формируют у водоемов скопления до 40 – 80 особей. Доля холостых птиц составляет сейчас около 60 – 70% всей популяции Приэльтона. Значительное увеличение количества холостых птиц объясняется, по-видимому, повышением успешности размножения степных орлов благодаря преимущественному гнездованию на деревьях и снижению воздействия элиминирующих факторов, а также быстрым сокращением площади оптимальных для гнездования кормовых районов, уменьшившихся до 20 – 25% территории Приэльтона.

Ключевые слова: степной орел, *Aquila nipalensis*, динамика популяций, экология, лимитирующие факторы, Волгоградская область, Россия.

Steppe Eagle (Accipitridae, Aves) in the Volgograd Trans-Volga Region. – Belik V. P., Gugueva E. V., Milobog Yu. V., Vetrov V. V., and Pimenov V. N. – As a result of our expedition surveys in the Volgograd Trans-Volga region during May – July 2013 – 2014, it has been found that the Steppe Eagle currently remains nesting only in semi-deserts around the Lake Elton, within an area of about 7,000 km². According to route census, the Steppe Eagle abundance in the Elton area is about 6 breeding pairs per 100 km². By nest mapping, approximately 2 breeding pairs per 100 km² nest in deserted locations of the Elton area (Pimenov, 2013). With an average population density of 4 pairs/100 km², the Elton area has 200 – 300 breeding pairs of the Steppe Eagle, which is twice as lower as was in the early 21st century (Bukreyev, Chernobay, 2004). Besides territorial birds, there appeared a lot of idle steppe eagles, mostly juveniles, to form flocks up to 40 – 80 individuals near water bodies. At present, such unwed birds constitute about 60 – 70% of the Steppe Eagle's entire population in the Elton area. This significant increase in the numbers of unwed birds is apparently explained by the increasing breeding success due to predominant tree nesting, the reduced effect of elimination factors, and the rapid reduction (down to 20 – 25% of the whole Elton area) of the optimal feeding biotopes, which are necessary for reproduction.

Key words: Steppe Eagle, *Aquila nipalensis*, population dynamics, ecology, limiting factors, Volgograd Region, Russia.

ВВЕДЕНИЕ

Степной орёл (*Aquila nipalensis*), населяющий степные и полупустынные ландшафты Северной Евразии, в последнее время почти по всему ареалу испытывает сильную депрессию численности и во многих регионах стал редким, исчезающим видом (Белик, 2004, 2007, 2014; Горошко, 2013; Карякин, 2013; Меджидов, Музаев, 2013; Белик и др., 2014 и др.). Прежде, при численности до 20 – 25 тыс. пар в Европе, он был включен в категорию СПЕС-3 (уязвимый вид) Европейского Красного списка (Birds in Europe..., 1994), в категорию 3 (редкий вид) в Красной книге России (2000), занесен в Красные книги Казахстана (2008) и Украины (2009).

В Красной книге Волгоградской области (Букреев, Чернобай, 2004) степной орёл ошибочно отнесен к категории 5 (постепенно восстанавливающий свою численность вид на периферии ареала). Его наиболее крупная группировка, заселявшая всё Волгоградское Заволжье, в начале ХХI в. насчитывала лишь 400 – 600 гнездовых пар (Букреев, Чернобай, 2004), а за последние 10 лет она сократилась еще, примерно в 2 – 3 раза (Белик и др., 2014). Однако конкретных сведений о размещении и состоянии популяций этого вида в Волгоградской области, особенно в Заволжье, до настоящего времени было крайне мало.

Выраженная негативная динамика численности степного орла, наблюдающаяся в последние годы, остро ставит вопросы о причинах нынешней деградации его популяций (Орлы Палеарктики..., 2013). При этом одним из основных факторов данного процесса иногда рассматривается повышенная элиминация взрослых птиц, в том числе на воздушных ЛЭП-10 кВ, и связанное с этим значительное омоложение популяций степного орла (Карякин, 2013; Карякин и др., 2013), что не увязывается с известной популяционной динамикой других видов крупных орлов (Брагин и др., 2012 и др.).

Поэтому задачи сохранения степного орла на юге России требуют досконального изучения его современного распространения и динамики численности, особенно на ключевых участках ареала, а также выяснения основных региональных особенностей экологии и лимитирующих факторов, которые должны определять организацию оптимальной системы его охраны. В связи с этим перед нами была поставлена цель провести инвентаризацию и оценку численности популяций степного орла на территории Заволжских районов Волгоградской области для последующей разработки плана работ по охране и восстановлению этого вида в Поволжье.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Специальные полевые исследования были проведены в мае 2013 г. и в мае – июле 2014 г. в Волгоградском Заволжье (Николаевский, Старополтавский, Быковский, Палласовский, Среднеахтубинский и Ленинский районы Волгоградской области) (рис. 1). Кроме того, были использованы материалы, собранные авторами статьи в мае 2010 г. на транзитном маршруте через Заволжье: с. Салтово – с. Старая Полтавка – пос. Гмелинка – пос. Палласовка – с. Кайсацкое – с. Вишнёвка – оз. Эльтон – г. Ленинск (Белик и др., 2014).

Основными методами при работе в поле были постоянные учеты всех хищных птиц на автомобильных и пешеходных маршрутах на трансектах разной ши-

рины. Одновременно велись поиски гнезд и гнездовых территорий степного орла, а также проводился опрос местного населения для выявления местообитаний орлов и других редких видов птиц.

Поиски и определение птиц осуществлялись визуально с помощью специальной оптики (бинокли $\times 8 - 12$; телескопы $\times 20 - 60$; цифровые фотокамеры). На регулярных остановках осматривались лесополосы, отдельные деревья в степи, а также линии электропередачи, на которых могли гнездиться, отдыхать или караулить добычу степные орлы. Особое внимание обращалось на выявление колоний малого суслика (*Citellus pygmaeus*), служащего степному орлу основной кормовой базой в Поволжье. Все найденные гнезда орлов фотографировались, а встречи картировались с помощью GPS-навигаторов «Garmin».

Общая протяженность автомаршрутов в 2013 г. составила 1109 км, а в 2014 г. – 2280 км, в том числе с непосредственными учетами хищных птиц пройдено 857 и 1807 км, а остальные маршруты занял холостой пробег по магистральным автотрассам (табл. 1). Всего в 2013 г. в базу данных была занесена 21 встреча, а в 2014 г. – 142 встречи со степными орлами. Для расчета обилия птиц использовались данные только по маршрутам, проходившим через районы, заселенные степным орлом.

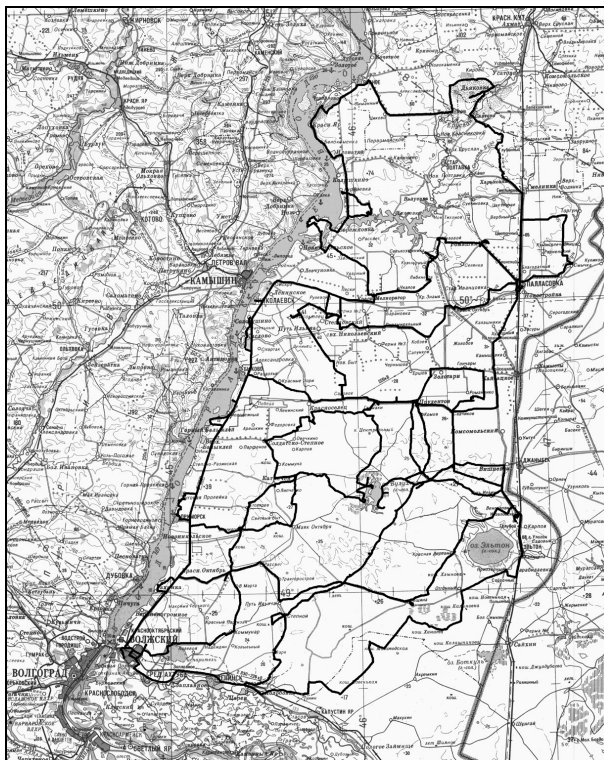


Рис. 1. Сеть учетных автомаршрутов в Заволжье в 2013 – 2014 гг. Жирные линии – маршрутные треки GPS

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Волгоградское Заволжье представляет собой равнинную территорию, расположенную в западной части Прикаспийской низменности и занятую зональными сухими степями на севере и полупустынями в южной половине. Засушливые глинистые полупустыни освоены главным образом под пастбищное животноводство, но в некоторых безводных районах Приэльтона, где нет постоянных пресных водоемов, скотоводство в настоящее время не развито.

Согласно физико-географическому районированию в Волгоградском Заволжье выделяется несколько районов, различающихся по своим природным условиям (Доскач, 1971, 1979). Значительную часть территории занимает бессточная суг-

Таблица 1
График проведения учетных работ и протяженность
экспедиционных маршрутов (км)
в Волгоградском Заволжье в 2013 – 2014 гг.

Даты	Автомаршруты	Маршруты с учетом	Пешие маршруты
03.05.2013	275	235	0
04.05.2013	194	194	3
05.05.2013	258	258	3
06.05.2013	382	170	6
Всего	1109	857	12
10.05.2014	262	209	5
11.05.2014	33	33	15
12.05.2014	420	131	0
Всего	715	373	20
29.05.2014	130	130	0
30.05.2014	171	171	5
31.05.2014	172	172	2
01.06.2014	255	196	0
Всего	728	669	7
03.07.2014	235	221	3
04.07.2014	286	280	0
05.07.2014	210	210	4
06.07.2014	106	54	0
Всего	837	765	7
Итого	3389	2664	46

линистая Джаныбекская полупустынная равнина, уходящая к востоку от р. Волги далеко в Казахстан. Она имеет комплексный почвенно-растительный покров, связанный с зоогенным микрорельефом, образовавшимся в результате длительной роющей деятельности многочисленных малых сусликов. Здесь на небольших повышениях с засоленными почвенными выбросами грызунов обычно развиваются пустынные чернополыньники на солонцах, а в микропонижениях на луговокаштановых почвах формируется злаково-разнотравная растительность степного типа.

Степные равнины Заволжья, находящиеся к северу от линии хут. Красноселец – хут. Прудентов – с. Кайсацкое, большей частью распаханы и покрыты сетью полезащитных лесополос, находящихся в более или менее удовлетворительном состоянии. Здесь лишь местами сохранились значительные целинные массивы, но из-за резкого снижения пастбищной нагрузки в 1990-е гг. они заросли сейчас, как правило, высокотравьем, и колонии сусликов там практически исчезли. А полупустынные районы Приэльтонья, расположенные к востоку от хут. Красноселец – хут. Катричев – хут. Красный Октябрь – хут. Степной, почти лишены лесонасаждений и пресных водоемов. Лишь местами в западинах остались небольшие, старые плодовые сады, заложенные в конце XIX – начале XX в. Эта территория используется в основном под пастбища, но освоена она сейчас преимущественно по периферии, где есть оросительные каналы и водопой для скота. Именно на этих участках сохранились также значительные поселения малого суслика, обеспечивающие степного орла кормовой базой.

Следует отметить, что в последние десятилетия в Приэльтонье наблюдается также существенное увеличение количества летних атмосферных осадков и потепление зимнего климата (Линдеман и др., 2005), что заметно сказывается на состоянии полупустынной растительности и на животном мире Заволжья.

Распространение и численность степного орла в Волгоградском Заволжье. Вплоть до начала XXI в. в ареал степного орла включалось всё Волгоградское Заволжье к северу до р. Еруслан (Волчанецкий, Яльцев, 1934; Волчанецкий, 1937; Юдин, 1952; Ходашова, 1960; Букреев, Чернобай, 2004), а также южные районы Саратовской области, прилегающие к Волгоградской области (Завьялов и др., 2005). Степные орлы более или менее равномерно заселяли глинистые полупустыни Заволжья к югу до кромки Волго-Уральских песков, внутрь которых проникали лишь местами по обширным плакорным участкам (Волчанецкий, 1937; Шевченко и др., 1978). Но в 70 – 80-е гг. XX в., вследствие развития орошения и массовой распахки целины, численность степных орлов в Волгоградском Заволжье значительно снизилась (Линдеман и др., 2005).

В последние же десятилетия, на фоне примерно 10-кратного сокращения поголовья домашнего скота в сельском хозяйстве России и связанного с этим уменьшения площадей используемых пастбищ и резкого падения численности малых сусликов, обитающих в основном на сбитых скотом степных угодьях, у степного орла наблюдается повсеместное сокращение ареала и деградация популяций (Горошко, 2013; Карякин, 2013; Белик и др., 2014 и др.). Снижение численности этого вида особенно наглядно видно в Заволжье при сравнении его популяционной динамики с экологически сходными, но трофически более пластичными канюком-курганником (*Buteo rufinus*) и орлом-могильником (*Aquila heliaca*) (табл. 2).

Таблица 2

Соотношение численности некоторых видов хищных птиц
на районе Природного парка «Эльтонский» в 1998 – 2014 гг.

Виды птиц	Букреев, Чернобай, 2000 (пар / 1079 км ²)	Барабашин и др., 2003 (пар / 300 км ²)	Гугуева, 2014 (пар / 1060 км ²)	Барабашин, 2004 (пар/ 100 км пути)	Наши данные, 2014 (гнезд/ 100 км пути)
<i>Aquila nipalensis</i>	30–33	17–19	17	15.3	5.1
<i>Buteo rufinus</i>	28–33	10–15	49	5.1	12.5
<i>Aquila heliaca</i>	6–8	2–3	5	1.0	2.2

Так, в конце XX в. для Приэльтона указывалось примерно одинаковое количество степных орлов и курганников (Букреев, Чернобай, 2000), а по данным на начало XXI в. степные орлы встречались там даже в 2 – 3 раза чаще, чем курганники (Барабашин и др., 2003; Барабашин, 2004). Но в 2012 г., по данным сотрудников Природного парка «Эльтонский», на его территории было закартировано всего 17 гнезд степных орлов, т.е. почти в 2 раза меньше, чем в конце XX в., и 49 гнезд курганников, увеличивших свою численность в 1.5 раза (Гугуева, 2014). А в 2014 г. на маршруте в 136 км по территории этого природного парка авторами статьи было найдено всего 7 жилых гнезд степного орла и 17 гнезда курганника. Численность же орла-могильника в Заволжье все эти годы оставалась примерно на одном уровне или даже увеличивалась (Белик и др., 2010, 2014).

В результате проведенных авторами статьи исследований установлено, что в настоящее время в Заволжье степной орёл обитает лишь в 4 административных районах Волгоградской области: Быковском, Палласовском, Среднеахтубинском и Ленинском. На севере Волгоградского Заволжья, в Николаевском и Старополтав-

ском районах, орлы за 3 года ни разу не встречены, и их гнездовья там, по-видимому, не сохранились.

В 2013 г. на экспедиционном маршруте от г. Волжского до хут. Прудентов Палласовского района найдены всего 4 жилые гнезда степного орла. В 2014 г. на трех маршрутах по Заволжью выявлено 30 жилых гнездовий, в том числе 3 гнезда отмечены в Среднеахтубинском районе, еще 1 гнездо – в Быковском районе, а остальные 26 гнезд – в Палласовском районе. Кроме того, в Палласовском районе в 2010 г. найдено еще 5 гнезд в лесополосах вдоль автотрассы между с. Кайсацкое и оз. Эльтон, 2 гнезда – по рекам Хара и Ланцуг близ оз. Эльтон и 2 гнезда – в степях между оз. Эльтон и хут. Степной (рис. 2). В Ленинском районе степные орлы регулярно отмечались в окрестностях хуторов Маяк Октября, Рассвет, Тракторострой, Путь Ильича, Степной, Заря, Коммунар, однако жилых гнезд там найти не удалось. О довольно значительной численности степных орлов в окрестностях хуторов Маяк Октября, Рассвет и Тракторострой сообщает также В. Н. Пименов (2013).

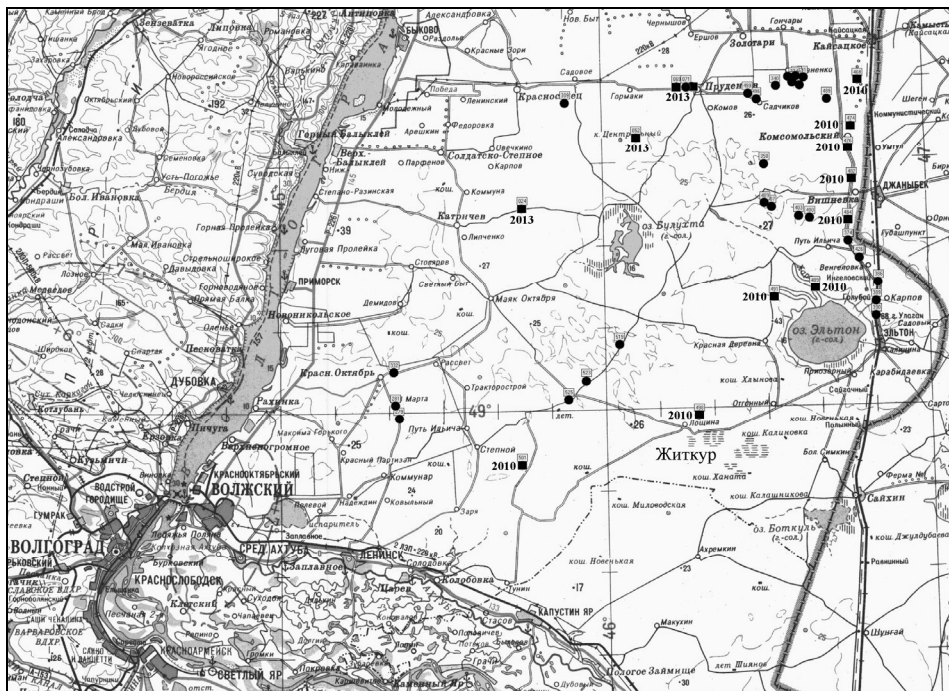


Рис. 2. Размещение гнездовий степного орла, закартированных в Волгоградском Заволжье в 2010 – 2014 гг. Точками показаны гнезда, найденные в 2014 г., квадратами – в 2010 и 2013 гг.

В целом гнездовой ареал степного орла в Волгоградском Заволжье ограничивается в настоящее время следующим контуром: хут. Красноселец – хут. Прудентов – с. Кайсацкое – пос. Эльтон – урочище Житкур – хут. Заря – хут. Коммунар –

СТЕПНОЙ ОРЕЛ В ВОЛГОГРАДСКОМ ЗАВОЛЖЬЕ

хут. Красный Октябрь – хут. Рассвет – хут. Маяк Октября – хут. Катричев – хут. Красноселец. Общая же площадь очерченного ареала составляет около 7 тыс. км².

К северу от линии хут. Красноселец – хут. Прудентов – с. Кайсацкое степные орлы авторам статьи ни разу не встречались. К югу от с. Кайсацкое они довольно обычны вдоль автотрассы и у каналов вплоть до оз. Эльтон, но южнее Эльтона их гнездовья тоже практически исчезают. Нет гнездовий степного орла и в агроландшафтах к западу от хут. Красноселец – хут. Катричев – хут. Красный Октябрь – г. Ленинск, а также на сенокосах в окрестностях обширного Тажинского лимана между хут. Катричев и хут. Красный Октябрь.

Наиболее высокая плотность населения орлов оказалась сейчас по периферии полупустынных районов Приэльтона (рис. 3). На юго-западе этого региона территориальные орлы регулярно отмечались между хуторами Катричев и Маяк Октября, а также между хуторами Коммунар – Восьмое Марта – Красный Октябрь – Рас-

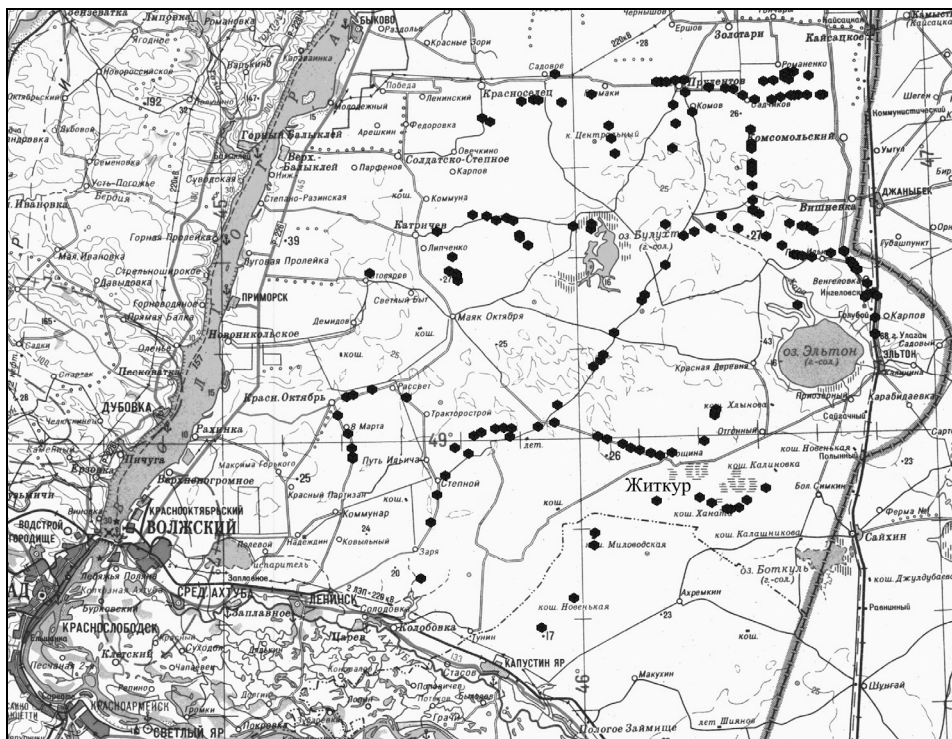


Рис. 3. Территориальное распределение всех встреч степного орла в Волгоградском Заволжье в 2013 – 2014 гг.

свет – Тракторострой – Путь Ильича – Степной – Заря. На северо-востоке много птиц гнездится в Палласовском районе между хуторами Гормаки – Прудентов – Садчиков – Романенко – Есин. Кроме того, орлы обычны на пастбищах в окрест-

ностях с. Вишнёвка, используемых под выпас лошадей, а также в придорожных лесополосах между с. Кайсацкое и пос. Эльтон. Здесь, например, в 2010 – 2014 гг., было закартировано 10 жилых гнезд и 4 – 5 гнездовых участков степного орла на 72 км автотрассы.

В центральной же части Палласовского района между оз. Булухта, оз. Эльтон и урочищем Житкур гнезда и гнездовые пары степных орлов встречались значительно реже, а к югу от оз. Эльтон в безлюдной, безлесной и безводной полупустыне на территории полигона Капустин Яр территориальных орлов летом почти не было вовсе. Так, 01.06.2014 г. на 75 км маршрута между урочищем Житкур и хут. Тунин были встречены всего 1 пара и 4 одиночных орла, а 05.07.2014 г. в безлесных степях между хут. Прудентов и хут. Степной на 130 км маршрута было учтено лишь 2 жилых гнезда, 5 пар и 8 одиночных птиц, не считая стаи холостых орлов у Финогенова пруда.

В середине XX в. в Волгоградском Заволжье наблюдалась совершенно обратная картина. По данным К. С. Ходашовой (1960), в 1950 – 1954 гг. в районах, прилегающих к Приволжской железной дороге (пос. Палласовка – пос. Эльтон), где сильнее сказывался фактор беспокойства и разорения гнезд, обилие степных орлов составляло всего лишь 0.8 особи/100 км, тогда как в обширных малонаселенных районах на водораздельной Волжско-Узенской равнине оно достигало 9.6 особи/100 км маршрутов.

Кроме территориальных птиц, в пустынных районах Заволжья сейчас всё лето регулярно встречаются также скопления холостых степных орлов (табл. 3). Они держатся у пресных водоемов (прудов, каналов, заболоченных лиманов, артезианских скважин), переселяясь с места на место по мере высыхания этих водоёмов (рис. 4). При этом обращает внимание редкость таких скоплений, отмечавшихся в первой половине XX в., и значительное увеличение численности холостых птиц в последнее время.

Таблица 3

Скопления степных орлов, зарегистрированные в 2010 – 2014 гг. в Волгоградском Заволжье

№ п/п	Дата	Координаты	Участок маршрута	Биотоп	Численность птиц
1	2	3	4	5	6
1	07.5.10	49°10'16.300 46°30'29.800	р. Хара – Красная Деревня	Заболоченный лиман	30–40 особей
2	03.5.13	49°24'11.770 45°49'17.256	Катричев – оз. Булухта	Пастбище у кошары	4 птицы
3	10.5.14	49°5'45.024 45°25' 5.592	Красный Октябрь – Рассвет	Пастбище у хутора	4 одиночные птицы
4	То же	49°0'11.844 46°2'55.716	Путь Ильича – урочище Житкур	Степь	4 одиночные птицы
5	«	48°57'58.032 46°13'14.700	Урочище Житкур	Забурьянные пустоши у лимана	11 птиц
6	«	48°59'26.880 46°20'46.536	Урочище Житкур – Красная Деревня	Яма с водой в степи	4 молодые птицы

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6
7	10.5.14	49°2'15.252 46°22'34.428	Урочище Житкур – Красная Деревня	Кошара с артезианом	10 птиц
8	То же	49°22'50.520 46°39' 2.088	Ченин – Финогенов пруд	Дренажный канал	4 птицы
9	12.5.14	49°35'51.180 46°20' 5.712	Финогенов пруд – Комов	Пруд-«кубик» для водопоя скота	18 птиц
10	То же	49°38' 3.048 46°18'55.620	Комов – Прудентов	То же	5 птиц
11	31.5.14	49°27.583 46°30.030	Садчиков – Финогенов пруд	Дренажный канал	25 птиц, в основном молодые
12	То же	49°18.594 46°46.656	Окрестности Ченин	Канал, пастбища у хутора	13 птиц, в основном молодые
13	«	49°15.253 46°49.795	Окрестности Венгеловка	То же	5 птиц
14	01.6.14	48°51.926 46°24.349	Лиманный – урочище Житкур	Сенокосы	4 молодые птицы
15	То же	48°52.600 46°21.814	То же	Заболоченный лиман	40 птиц, в основном молодые
16	«	48°53.256 46°19.832	«	То же	7 птиц, в основном молодые
17	05.7.14	49°22.918 46°22.840	Финогенов пруд	Дамба пруда	40 птиц, в основном молодые

Так, И. Б. Волчанецкий (1937) за 4 года работ (1925 – 1928 гг.) в Волго-Уральском междуречье лишь однажды 16.06.1928 г., встретил стаю из 15 птиц. В середине XX в. стаи до 30 – 40 особей, состоявшие в основном из молодняка, появлялись у водоёмов только в июле – августе (Шевченко и др., 1978), а сейчас скопления численностью до 60 – 80 и более птиц встречаются уже с мая (Букреев, 1999; Барабашин, 2004; Чернобай, 2008 и др.). Это может быть связано как с более низкой эффективностью размножения орлов, гнездившихся в прошлом почти исключительно на земле (Волчанецкий, 1937), так и с недостатком кормовых ресурсов и подходящих гнездовых местообитаний в настоящее время, что затрудняет молодым птицам оседание на гнездование.

Плотность населения холостых птиц в среднем по маршрутам в течение лета 2014 г. оставалась примерно одинаковой – 14.1 – 20.9 особ./100 км пути (табл. 4), что свидетельствует об относительном постоянстве этой части популяционной группировки, составляющей, по оценкам за разные годы, около 40 – 50% всех степных орлов, обитающих в Волгоградском Заволжье. Но размеры отдельных скоплений в течение лета 2014 г. увеличивались, в среднем, с 7 – 8 особей в мае до 40 особей в июле, что было связано, вероятно, с постепенной концентрацией орлов у наиболее крупных, постоянных водоёмов.

Обилие гнездовых на разных маршрутах в течение лета 2014 г. тоже было довольно сходным – 2.3 – 2.5 гнезд/100 км пути, однако оно несколько снизилось, по сравнению с 2010 – 2013 гг. (табл. 5). В мае и июне примерно одинаковой оставалась и плотность населения территориальных птиц – одиночек и пар, учитывая

шихся на маршрутах: в среднем 13.6 – 15.3 особи/100 км. Но в начале июля их обилие заметно возросло – до 27.7 особи/100 км, что было связано, вероятно, с регистрацией многочисленных холостых птиц, охотившихся утром 5 июля в большой колонии сусликов в районе хут. Романенко – хут. Садчиков, где часто наблюдались молодые особи в промежуточном наряде.

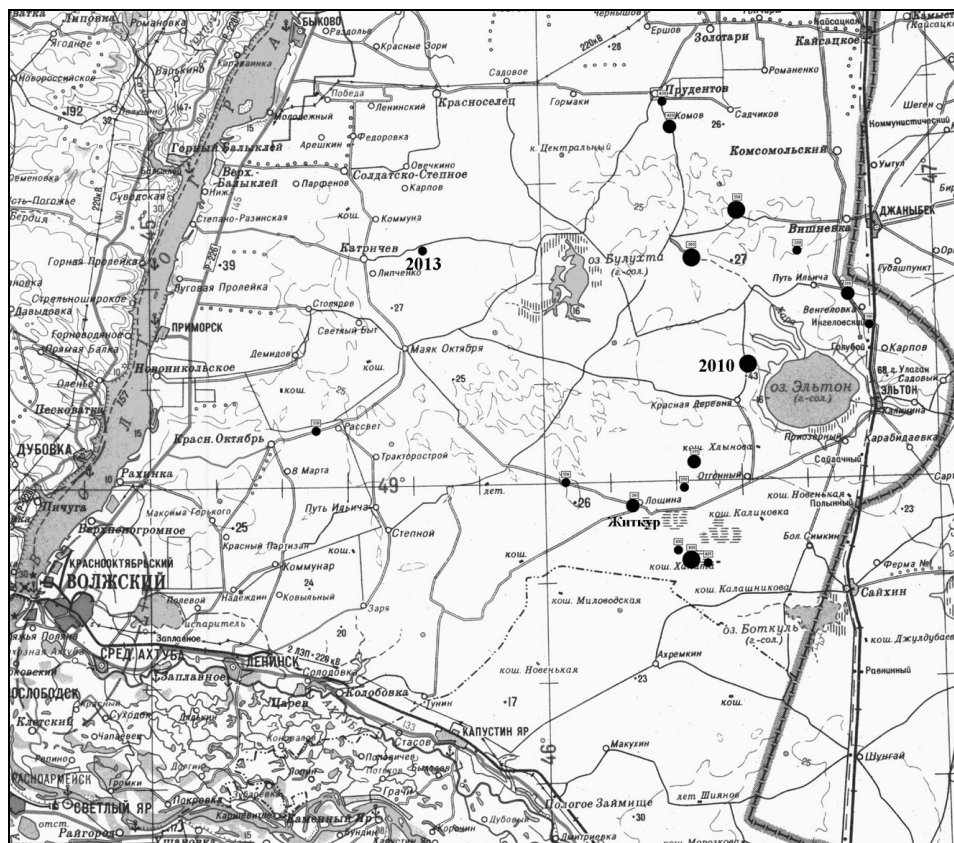


Рис. 4. Размещение скопления степного орла, встреченных в Волгоградском Заволжье в 2010 – 2014 гг. Мелкие точки – 4 – 7 особей; средние – 10 – 18 особей; крупные – 25 – 40 особей

В целом доля молодых птиц в ювенальном и переходном нарядах среди одиночных охотившихся особей, по учетам в течение 2014 г., составляла примерно 15 – 30%. Не исключено, что часть этих птиц, еще не сменивших промежуточный наряд на окончательный, принимала участие в размножении, включаясь в гнездовые пары, если в прежней паре погибал один из партнеров. В гнездовых парах у жилых гнезд в мае – июне 2014 г. было отмечено 10 старых и 3 молодые самки, но среди 6 самцов, наблюдавшихся вблизи этих гнезд, не было ни одной молодой

СТЕПНОЙ ОРЕЛ В ВОЛГОГРАДСКОМ ЗАВОЛЖЬЕ

птицы (возраст еще 3 самцов и 4 самок точно идентифицировать не удалось, а у 8 гнезд улетевшие на охоту самцы не появлялись).

Таблица 4

Численность холостых степных орлов в летних скоплениях в Волгоградском Заволжье

Маршрут	Период	Длина учетного пути, км	Число скоплений	Общее число птиц	Средняя величина скоплений	Обилие холостых птиц на 100 км	Доля холостых птиц, %
Эльтон – Ленинск	7.5.2010	156	1	30–40	≈35	22.4	62.5
Катричев – Прудентов	3.5.2013	132	1	4	4.0	3.0	16.0
Кр. Октябрь – Эльтон – Прудентов	10–12.5.2014	287	8	60	7.5	20.9	57.7
Волжский – Катричев – Золотари – Эльтон – Ленинск	29.5–1.6.2014	669	6	94	15.7	14.1	50.8
Худушный – Прудентов – Ленинск	5–6.7.2014	264	1	40	40.0	15.2	35.4
Всего/в среднем	–	1508	17	228–238	13.7	15.5	48.2

Для расчета общей численности орлов на автомаршрутах в результате многократных замеров расстояния до замеченных птиц определялась примерная ширина учетной полосы – трансекты, которая все годы оставалась в общем одинаковой – в среднем 500+500 м по обе стороны маршрута, как и для орла-могильника в 1997 г. (Белик, 1999 а). Исходя из этой трансекты, а также учитывая, что среди одиночных птиц могла быть определенная доля негнездящихся холостых особей, плотность населения степных орлов в среднем за все годы исследований в полупустынях Волгоградского Заволжья составила примерно 6 – 8 гнездовых пар на 100 км² территории.

Значительно сложнее было установить ширину трансекты для учета орлиных гнезд, поскольку на их размещении повсеместно сказывалось привлекающее влияние лесополос, каналов и дорог, вдоль которых проходило большинство учетных маршрутов. К тому же гнезда, устраивавшиеся здесь обычно на редких деревьях, были хорошо видны на большом расстоянии, тогда как гнезда на земле в траве среди безлесной степи заметны значительно хуже, особенно в период насиживания яиц, когда самки затаиваются на кладках.

Условно приняв ширину трансекты для гнезд в 250+250 м по обе стороны пути, что достаточно близко к реальным средним значениям по результатам конкретных замеров, получаем довольно сходные показатели обилия степного орла – 5 – 6 гнезд/100 км² территории. Поэтому можно полагать, что плотность населения степных орлов в Волгоградском Заволжье в 2010 – 2014 гг. составляла, по данным авторов статьи, в среднем примерно 6 гнездовых пар/100 км². Местами же, в районах с высокой численностью сусликов, обилие орлов в плотных локальных поселениях достигало 8 гнезд/15 км² в окрестностях с. Вишнёвка (личн. сообщ. фермера С. И. Мякишева) и 7 гнезд/15 км² у хут. Романенко.

Таблица 5

Численность территориальных степных орлов в Волгоградском Заволжье

Маршрут	Период	Длина учетного пути, км	Число гнезд	Обилие гнезд/ 100 км	Число террито- риальных орлов	Обилие особей/ 100 км	Общее обилие орлов/ 100 км	Доля взрослых птиц, %
Эльтон – Ленинск	7.5.2010	156	4	2.6	21	13.5	35.9	35.7
Катричев – Прудентов	3.5.2013	132	4	3.0	21	15.9	18.9	84.0
Кр. Октябрь – Эльтон – Прудентов	10– 12.5.2014	287	7*	2.4	44	15.3	36.2	42.3
Волжский – Катричев – Золотари – Эльтон – Ленинск	29.5– 1.6.2014	669	17	2.5	91	13.6	27.7	49.2
Худушный – Пруден- тов – Ленинск	5–6.7.2014	264	6	2.3	73	27.7**	42.8	64.6
Всего/в среднем	–	1508	38	2.5	250	16.6	32.0	51.8

Примечание. * – в таблицу не включены 3 гнезда, найденные 12 мая на аварийном маршруте оз. Булхута – пос. Эльтон (86 км), когда учеты птиц были неполными; ** – среди многочисленных птиц, охотившихся утром 5 июля в большой колонии сусликов в районе хут. Романенко – хут. Садчиков, было довольно много молодых особей в промежуточном наряде, поэтому обилие орлов оказалось завышенным.

По данным В. Н. Пименова (2013), в менее заселенных орлами засушливых, безлюдных районах вокруг озёр Булхута и Эльтон обилие птиц по материалам картирования гнезд в 2004 – 2013 гг. колебалось от 2.13 до 2.5 пар/100 км², хотя еще в конце XX в. оно оценивалось там в 8 – 16 пар/100 км² (Букреев, Чернобай, 2000; Чернобай и др., 2000). В таких же глинистых полупустынях на северо-востоке Калмыкии обилие орлов в 2011 г. составляло 2.2 пары/100 км² (Музаев, Эрденов, 2013). Около 3 пар/100 км² гнездились также в Волго-Уральском междуречье на юго-востоке Саратовской области (Табачишин и др., 2002; Завьялов, Табачишин, 2006).

Принимая среднюю плотность населения степных орлов в Волгоградском Заволжье в 4 пары/100 км², их общую численность в пределах современного ареала на площади около 7 тыс. км² можно оценить в 280 пар. Но на нынешнем этапе нашей работы из-за неполного обследования территории Заволжья более корректно оценивать ее в 200 – 300 пар, т.е. в 2 раза меньше, чем по данным на начало XX в. (Букреев, Чернобай, 2004). Двукратное снижение численности степного орла за последние 15 лет подтверждается и данными сотрудников Природного парка «Эльтонский».

Экология и эффективность гнездования степного орла в Заволжье. Прилет степных орлов весной в Волго-Уральское междуречье в середине XX в. отмечался между 18 и 31 марта, в среднем за 9 лет – 22 марта, а их массовая миграция шла обычно в течение 10 дней после появления первых птиц, совпадая по времени с пробуждением сусликов после зимней спячки и их выходом на поверхность. В начале апреля наблюдается токование орлов, и птицы начинают строительство или ремонт старых гнезд. Откладка яиц отмечается с 10 апреля, а вылупление птен-

цов – с середины мая. Однако в целом гнездовой период может быть сильно растянут (Шевченко и др., 1978).

Жилые гнезда степных орлов, найденные нами в 2010 – 2014 гг., размещались в основном на деревьях (табл. 6), на которых отмечено 28 построек (65.1%). На земле была устроена всего четверть гнезд (25.6%), еще 3 гнезда (7.0%) располагались на кустах лоха и спиреи и 1 гнездо (2.3%) – на траверсе бетонной опоры высоковольтной ЛЭП у хут. Красный Октябрь, где в мае 2014 г. орлы начали строить новое гнездо, взамен погибшего на земле. На этом гнездовом участке, по наблюдениям В. Н. Пименова, в 2013 г. пара степных орлов вывела 2 птенцов в гнезде, сделанном на земле близ дороги.

Таблица 6

Размещение гнезд степного орла, найденных в 2010 – 2014 г. в Волгоградском Заволжье

Опора для гнёзд	Годы			Всего	Доля, %
	2010	2013	2014		
Дерево	6	2	20	28	65.1
Земля	3	2	6	11	25.6
Кусты	–	–	3	3	7.0
Опора ЛЭП	–	–	1	1	2.3
Всего	9	4	30	43	100

В безлесных районах Приэльтона, по данным В. Н. Пименова (2013), большинство гнезд (61.9%) устраивается на земле. А в 1920-е гг. в Волго-Уральском междуречье за 4 сезона было найдено лишь 1 гнездо степного орла, сделанное на небольшом деревце, остальные же располагались на земле среди безлесных равнин (Волчанецкий, 1937).

Преимущественное гнездование степных орлов в настоящее время на деревьях связано, очевидно, с перераспределением их основных поселений в более облесенные районы, где птицы получили возможность гнездиться в большей безопасности, чем на земле, устраиваясь в лесополосах вдоль дорог и старых залежей, а также на одиночных деревьях, выросших в последние десятилетия у каналов и среди заброшенных полей. Именно в этих районах сосредоточено сейчас большинство жилых поселков и животноводческих ферм, обеспеченных водопоями, а на сбитых пастбищах вокруг них сохранились большие, плотные колонии сусликов, обеспечивающие орлов обильным кормом.

Часть степных орлов, особенно птицы, гнездящиеся на земле, нередко теряют кладки или выводки из-за беспокойства человеком, разорения гнезд хищниками и других причин. Об этом свидетельствуют находки свежих закладок новых гнезд, строившихся, очевидно, взамен утраченных, которые были отмечены авторами статьи в разгар гнездового сезона: 07.05.2010 г. у р. Ланцуг, 03.05.2013 г. близ оз. Булухта, 10.05.2014 г. у хут. Красный Октябрь, 05.07.2014 г. в степи к югу от хут. Есин и 06.07.2014 г. в степи к западу от урочища Сад Большевик. А одно из двух известных местному фермеру гнезд, сделанных на земле в степи в окрестностях с. Вишнёвка, 12.05.2014 г. оказалось уже разоренным.

По сведениям В. Н. Пименова (2013), свои гнезда в Заволжье ежегодно теряют примерно 40% пар степного орла. По данным учета авторов статьи 05 – 06.07.2014 г., на 4 жилых гнезда пришлось как минимум 5 территориальных пар старых орлов, не имевших в текущем году выводков, т.е. кладки или птенцы погибли у 55% пар.

Средний размер выводков с оперившимися птенцами в 2014 г. был достаточно велик, в среднем ($n = 4$) – 2.5 птенца на жилое гнездо (1, 2, 3 и 4 слётка), что заметно выше, чем по последним данным В. Н. Пименова (2013) по Заволжью (1.8 – 2.0 птенцов на гнездо). Но из-за небольшой величины выборки за 2014 г. эти различия пока нельзя считать достоверными.

Таким образом, можно полагать, что примерно 50% обитающих в Волгоградском Заволжье орлов ежегодно выкармливает в среднем по 2 птенца, т.е. общая продуктивность Заволжской популяции составляет около 200 – 300 молодых птиц в год. Однако роста гнездовой численности степного орла в Заволжье сейчас не происходит. Наоборот, она продолжает сокращаться.

Учитывая огромный популяционный резерв в виде молодых и холостых птиц, составляющих не менее половины общей численности степных орлов в Заволжье (ориентировочно даже около 60 – 70%, как и у орла-могильника в Северном Казахстане; Брагин и др., 2012), следует полагать, что причины негативной популяционной динамики этого вида скрыты в каких-то лимитирующих, но не элиминирующих факторах. Установлено, например, что у орла-могильника на Южном Урале, в Поволжье и Придонье накопление в популяциях даже 10 – 15% молодых птиц обеспечивает благополучное состояние, рост гнездовой численности и расселение этих орлов на новые подходящие территории (Белик, 1999 *а, б*; Белик и др., 2010). Поэтому следует полагать, что отмеченное в литературе кажущееся омоложение гнездовых группировок степного орла (Карякин, 2013; Карякин и др., 2013) связано не с высокой смертностью взрослых птиц, которая, наоборот, у крупных орлов примерно на порядок ниже, чем у молодых особей (Брагин и др., 2012), а именно с резким увеличением в его популяциях доли молодняка.

Лимитирующие факторы. Основным лимитирующим фактором для степного орла в Волгоградском Заволжье является сейчас недостаток кормовой базы, поскольку этот орел как крупный, облигатный сусликоед не может нормально существовать, а тем более успешно выкармливать птенцов на замещающих кормах. Хотя при недостатке сусликов орлы иногда могут добывать в Заволжье степных хорей (*Mustela eversmanni*) и болотных сов (*Asio flammeus*) (наши данные), корсаков (*Vulpes corsac*) и ласок (*Mustela nivalis*), степных гадюк (*Vipera renardi*) и прытких ящериц (*Lacerta agilis*) (Шевченко и др., 1978), а молодые и холостые орлы могут довольствоваться, вероятно, и мышевидными грызунами. Так, например, орлы, наблюдавшиеся 10.05.2014 г. в скоплении в урочище Житкур, охотились в основном на общественных полёвок (*Microtus socialis*), плотное поселение которых сформировалось на забурьяненной пустоши на месте давно заброшенного хут. Лощина.

Но при снижении численности сусликов очень быстро сокращается и население степных орлов, что отмечалось во всех районах их распространения (Белик, 2004). Так, резкое падение обилия сусликов – с 40 – 60 до 1 особи/га, произошедшее в Приэльтоне в 40 – 50-е гг. XX в., вызвало также непрерывное снижение численности степных орлов, наблюдавшееся в Заволжье до 1950 – 1954 гг. (Ходашова, 1960, с. 55; Линдеман и др., 2005, с. 65). Резкое сокращение численности степных орлов и их откочевка на восточную кромку Волго-Уральских песков на-

блюдались в 1959 г. в связи с уничтожением сусликов противочумными службами в Казахстане. Встречаемость орлов на обработанных территориях уменьшилась при этом в 18 раз, а за их пределами увеличилась в 5 раз (Шевченко и др., 1978). На Сарпинской низменности в Калмыкии обилие орлов в 1955 г. достигало 13.2 жилых гнезд/100 км², однако на следующий год, сразу же после массового истребления сусликов, оно снизилось до 1.9 гнезд/100 км² (Семенов и др., 1959).

Обычная плотность населения малого суслика в полупустынных районах Заволжья составляет около 40 – 60 взрослых особей на 1 га (Линдеман и др., 2005). В настоящее время примерно такой же уровень численности сусликов поддерживается лишь местами на освоенных, сбитых домашним скотом пастбищах в окрестностях сёл, хуторов и кошар. В 2013 – 2014 гг. довольно плотные колонии малого суслика авторы статьи наблюдали между хут. Коммунар и хут. Красный Октябрь, между хут. Маяк Октября и хут. Катричев, в полосе пастбищ к югу от автотрассы между хут. Красноселец и хут. Садчиков, в окрестностях хут. Романенко, между с. Вишнёвка и пос. Эльтон. На остальной же безлюдной территории в полупустынях Приэльтонья, зарастающих довольно густым высокотравьем, численность сусликов сейчас редко достигает 5 – 10 особей/га. В целом районы, оптимальные для степного орла в кормовом отношении, составляют в настоящее время, ориентировочно, не более 20 – 25% площади Приэльтонья.

Поэтому рост численности и расселение орлов в Заволжье возможно только при условии восстановления до прежнего уровня традиционного животноводства на степных и полупустынных пастбищах и распространения на этих территориях прежних поселений малого суслика. Если же возрождения пастбищного скотоводства в ближайшее время не произойдет, то в степной зоне может продолжиться дальнейшее сокращение популяций степного орла.

Существенное влияние на численность степных орлов оказывает также беспокойство птиц у легкодоступных гнезд, особенно в период насиживания кладок, и их разорение случайными людьми, поскольку общая ежегодная продуктивность Заволжской популяции степных орлов только за счет гибели гнезд снижается почти в 2 раза. Но в целом браконьерство на орлах в Заволжье сейчас, по-видимому, не имеет широкого распространения.

Наконец, немаловажное значение, особенно в связи с резким снижением общей численности гнездящихся птиц, может иметь гибель взрослых орлов от поражения электротоком на опорах ЛЭП – 6 – 10 кВ, не оборудованных защитными приспособлениями. Но в последние десятилетия из-за значительного уменьшения количества животноводческих ферм и кошар в степи, к которым из сёл обычно шли такие ЛЭП, роль этого фактора снизилась. Однако, по свидетельству Г. В. Линдемана с соавторами (2005), заметного увеличения численности орлов в Приэльтонье после этого не произошло. Хотя гибель птиц, прежде всего молодняка, на ЛЭП, не имеющих эффективной защиты, до сих пор продолжает отмечаться в некоторых районах с сохранившимися плотными группировками орлов, например, в окрестностях хут. Катричев, у пос. Эльтон и в других местах (Салтыков, 2014).

Авторы благодарят Министерство природных ресурсов Волгоградской области, частично финансировавшее их исследования в Заволжье в 2014 г. Они весьма

признательны всем своим помощникам, а также водителям Р. Ш. Махмудову и А. И. Маяцкому, помогавшим в проведении исследований. Особая благодарность Е. А. Брагину, сделавшему ряд полезных рекомендаций при просмотре рукописи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Барабашин Т. О. Результаты обследования некоторых КОТР Поволжья в 2003 г. // Ключевые орнитологические территории России : информ. бюл. 2004. № 19. С. 17 – 19.

Барабашин Т. О., Чернобай В. Ф., Иванов А. П., Касаткина Ю. Н. Мониторинг КОТР-2002 : Волгоградская область : Озеро Эльтон // Ключевые орнитологические территории России : информ. бюл. 2003. № 17. С. 3 – 5.

Белик В. П. Инвентаризация гнездовой орла-могильника и оценка его общей численности в Заволжье и на Южном Урале (по результатам учетов 1997 года) // Королевский орел : Распространение, состояние популяций и перспективы охраны орла-могильника (*Aquila heliaca*) в России : сб. науч. тр. М. : Союз охраны птиц России, 1999 а. Вып. 1. С. 30 – 40. (Серия «Редкие виды птиц»).

Белик В. П. Некоторые элементы этологии и экологии орла-могильника в Восточной Европе // Королевский орел : Распространение, состояние популяций и перспективы охраны орла-могильника (*Aquila heliaca*) в России : сб. науч. тр. М. : Союз охраны птиц России, 1999 б. Вып. 1. С. 105 – 121. (Серия «Редкие виды птиц»).

Белик В. П. Динамика прикаспийской популяции степного орла и оценка лимитирующих факторов // Стрепет. 2004. Т. 2, вып. 1. С. 116 – 133.

Белик В. П. Гнездовая фауна хищных птиц Калмыкии и ее трансформации в XX веке // Стрепет. 2007. Т. 5, вып. 1 – 2. С. 30 – 38.

Белик В. П. Степной орёл // Красная книга Ростовской области. 2-е изд. Т. 1 : Животные. Ростов н/Д : Минприроды Ростовской обл., 2014. С. 190.

Белик В. П., Ветров В. В., Гугуева Е. В., Бабкин И. Г. Орел-могильник, или карагуж в Калачской излучине Дона (Волгоградская область) // Птицы бассейна Северского Донца : материалы 15-й науч. конф. Донецк : Изд-во Донецк. ун-та, 2010. Вып. 11. С. 55 – 69.

Белик В. П., Гугуева Е. В., Бабкин И. Г., Махмудов Р. Ш., Мазина О. В. Орел-могильник, или карагуж, в Волгоградской области // Орнитология в Сев. Евразии : материалы 13-й междунар. орнитол. конф. Сев. Евразии. Оренбург : Изд-во Оренбург. пед. ун-та, 2010. С. 57 – 58.

Белик В. П., Гугуева Е. В., Ветров В. В., Милобог Ю. В. Хищные птицы Волгоградской области // Хищные птицы Сев. Кавказа и сопредельных регионов : распространение, экология, динамика популяций, охрана : материалы междунар. конф. Ростов н/Д : Изд-во Южного федерального ун-та, 2014. С. 127 – 161.

Брагин Е. А., Катцнер Т., Брагин А. Е. Численность, возрастная структура, смертность и пространственные связи популяции могильника островных лесов Кустанайской области // Хищные птицы в динамической среде третьего тысячелетия : тр. VI междунар. конф. по соколообразным и совам Сев. Евразии. Кривой Рог : Чернявский Д. А., 2012. С. 131 – 141.

Букреев С. А. Материалы по птицам Богдинско-Баскунчакского заповедника // Инвентаризация, мониторинг и охрана ключевых орнитол. территорий России / Союз охраны птиц России. М., 1999. С. 61 – 65.

Букреев С. А., Чернобай В. Ф. Значение Приэльтона для охраны птиц // Проблемы природопользования и сохранения биоразнообразия в условиях опустынивания : материалы межрегион. науч.-практ. конф. Волгоград : Изд-во ВНИАЛМИ, 2000. С. 137 – 141.

Букреев С. А., Чернобай В. Ф. Степной орел // Красная книга Волгоградской области. Т. 1. Животные. Волгоград : Изд-во «Волгоград», 2004. С. 113.

СТЕПНОЙ ОРЕЛ В ВОЛГОГРАДСКОМ ЗАВОЛЖЬЕ

Волчанецкий И. Б. К орнитофауне Волжско-Уральской степи // Тр. науч.-исслед. Зоолого-биол. ин-та Харьков. ун-та. Сектор экологии. 1937. Т. 4. С. 23 – 78.

Волчанецкий И. Б., Яльцев Н. П. К орнитофауне Приерусланской степи АССР НП // Учен. зап. Сарат. ун-та. 1934. Т. 11, вып.1. С. 63 – 93.

Горошко О. А. Состояние популяций степного орла (*Aquila nipalensis*), большого подорлика (*Aquila clanga*) и орлана-белохвоста (*Haliaeetus albicilla*) в Восточном Забайкалье // Орлы Палеарктики : изучение и охрана : тез. междунар. науч.-практ. конф. / Рос. сеть изучения и охраны пернатых хищников. Елабуга : 2013. С. 24.

Гугуева Е. В. Отчет о ведении учета редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, занесенных в Красную книгу Волгоградской области за 2013 год / Природный парк «Волго-Ахтубинская пойма». Средняя Ахтуба, 2014. 32 с.

Доскач А. Г. Природное районирование // Юго-Восток Европейской части СССР. М. : Наука, 1971. С. 279 – 344.

Доскач А. Г. Природное районирование Прикаспийской полупустыни. М. : Наука, 1979. 142 с.

Завьялов Е. В., Табачишин В. Г. Степной орёл // Красная книга Саратовской области. Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов : Изд-во Торгово-промышленной палаты Саратов. обл., 2006. С. 403 – 405.

Завьялов Е. В., Шляхтин Г. В., Табачишин В. Г., Якушев Н. Н., Хрустов И. А., Мосолова Е. Ю. Птицы севера Нижнего Поволжья. Кн. 2. Состав орнитофауны. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2005. 324 с.

Карякин И. В. Степной орел (*A. nipalensis*) в России и Казахстане // Орлы Палеарктики : изучение и охрана : тез. междунар. науч.-практ. конф. / Рос. сеть изучения и охраны пернатых хищников. Елабуга, 2013. С. 36.

Карякин И. В., Коваленко А. В., Николенко Э. Г., Барашкова А. Н. Степной орел в России и Казахстане – трагедия не за горами // Охрана птиц в России : проблемы и перспективы : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 20-летию Союза охраны птиц России. М. ; Махачкала : СОПР, 2013. С. 86 – 91.

Красная книга Республики Казахстан. Изд. четвертое, испр. и доп. Т. 1. Животные, ч. 1. Позвоночные. Алматы : Нур-Принт, 2008. 316 с.

Красная книга Российской Федерации (Животные). М. : АСТ - Астрель, 2000. 862 с.

Линдеман Г. В., Абатуров Б. Д., Быков А. В., Лопушков В. А. Динамика населения позвоночных животных Заволжской полупустыни. М. : Наука, 2005. 252 с.

Меджидов Р. А., Музаев В. М. Степной орел // Красная книга Республики Калмыкия. Т. 1. Животные. Элиста : Джангар, 2013. С. 129 – 130.

Музаев В. М., Эрденов Г. И. Материалы по численности и биологии размножения степного орла (*Aquila nipalensis*) на северо-востоке Калмыкии // Орлы Палеарктики : изучение и охрана : тез. междунар. науч.-практ. конф. / Рос. сеть изучения и охраны пернатых хищников. Елабуга, 2013. С. 40.

Орлы Палеарктики : изучение и охрана : тез. междунар. науч.-практ. конф. / Рос. сеть изучения и охраны пернатых хищников. Елабуга, 2013. 76 с.

Пименов В. Н. Степной орел (*Aquila nipalensis*) в полупустынном Заволжье // Орлы Палеарктики : изучение и охрана : тез. междунар. науч.-практ. конф. / Рос. сеть изучения и охраны пернатых хищников. Елабуга, 2013. С. 39.

Салтыков А. По Волго-Уральскому междуречью // Мир птиц : информ. бюл. Союза охраны птиц России. 2014. № 43 – 44. С. 45 – 47.

Семенов Н. М., Агафонов А. В., Резинко Д. С., Рожков А. А. Размножение и численность степного орла в степях юга Сталинградской и севера Астраханской областей // Гео-

графия населения наземных позвоночных и методы его изучения. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1959. С. 159 – 163.

Табачишин В. Г., Завьялов Е. В., Хрустов А. В., Якушев Н. Н. Степной орел в саратовском Заволжье // Беркут. 2002. Т. 11, вып. 1. С. 31 – 33.

Ходашова К. С. Природная среда и животный мир глинистых полупустынь Заволжья. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1960. 131 с.

Червона книга України. Тваринний світ. Київ : Вид-во «Глобалконсалтинг», 2009. 600 с.

Чернобай В. Ф. Организация охраны и мониторинга КОТР Волгоградского Заволжья // Ключевые орнитол. территории России : информ. бюл. 2008. № 21. С. 27 – 30.

Чернобай В. Ф., Букреев С. А., Сохина Э. Н. Булукта // Ключевые орнитологические территории России. Т. 1. Ключевые орнитол. территории международного значения в Европейской России. М. : СОПР, 2000. С. 493 – 494.

Шевченко В. Л., Гаврилов Э. И., Наглов В. А., Федосенко А. К., Татарина О. М. Об орнитофауне Волжско-Уральского междуречья (хищные птицы и совы) // Тр. Ин-та зоологии АН КазССР : Биология птиц в Казахстане. 1978. Т. 38. С. 100 – 114.

Юдин К. А. Характеристика фауны птиц района Валуйской опытно-мелиоративной станции (Сталинградская обл.) // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. 1952. Т. 11. С. 235 – 264.

Birds in Europe : Their conservation status / eds. G. M. Tucker, M. F. Heath. Cambridge : BirdLife International, 1994. 600 p.

УДК 595.768.11(574.472)

СТРУКТУРА ВИДОВЫХ АССОЦИАЦИЙ ЖУКОВ-УСАЧЕЙ (COLEOPTERA, CERAMBYCIDAE) ПОЙМЕННЫХ ЛЕСОВ ЗАПАДА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В. П. Горшкова¹, А. Н. Володченко²

¹ *Саратовский государственный технический университет
Россия, 410054, Саратов, Политехническая, 77*

E-mail: verona@mail.ru

² *Балашовский институт*

*Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского
Россия, 412300, Саратовская область, Балашов, К. Маркса, 29*

E-mail: kimixla@mail.ru

Поступила в редакцию 24.02.2015 г.

Структура видовых ассоциаций жуков-усачей (Coleoptera, Cerambycidae) пойменных лесов запада Саратовской области. – Горшкова В. П., Володченко А. Н. – С 2011 по 2014 г. исследована структура биоразнообразия и предпочтения местообитаний жуков-усачей пойменных лесов запада Саратовской области. Был выявлен 51 вид усачей, наиболее крупными подсемействами являлись Cerambycinae – 19 видов, Lepturinae – 17 видов и Lamiinae – 13 видов. Состав видовых ассоциаций дуба включает 34 вида, осины – 14, вяза – 11, ивы – 9, липы – 7, клёна – 7, ольхи – 6, ясеня – 3. Наибольшее количество видов усачей было обнаружено в дубравах.

Ключевые слова: Cerambycidae, пойменные леса, биотопические предпочтения, степная зона, Саратовская область.

Specific assemblage structure of longhorn beetles (Coleoptera, Cerambycidae) in floodplain forests of the western Saratov region. – Gorshkova V. P. and Volodchenko A. N. – From 2011 to 2014, we studied the biodiversity structure and habitat requirements of longhorn beetles (Cerambycidae) in floodplain forests of the western Saratov region. 51 species of longhorn beetles were identified, the most important subfamilies being Cerambycinae, Lepturinae, and Lamiinae: 19, 17, and 13 species, respectively. The composition of the specific communities includes 34, 14, 11, 9, 7, 7, 6, and 3 species for the oak, aspen, elm, willow, linden, maple, alder, and ash-tree, respectively. The largest number of longhorn beetle species was found in oak forests.

Key words: Cerambycidae, floodplain forest, habitat preference, steppe zone, Saratov region.

ВВЕДЕНИЕ

Жуки-усачи являются одной из важнейших групп ксилобионтных жесткокрылых, вместе с короедами и златками составляя основу комплексов ксилофагов древесных пород. Обладая высоким видовым и экологическим разнообразием, они играют важную роль в процессах деструкции древесины на всех этапах ее разложения (Мамаев, 1977). Некоторые представители семейства имеют важное хозяйственное значение, причиняя существенный технический или физиологический вред лесным культурам. Состав церамбицидофауны южной лесостепи европейской части России сравнительно хорошо изучен, что отражено в работах различных

авторов (Воронцов и др., 1961; Линдеман, 1964, 1966; Калюжная и др., 2000; Шаповалов, 2012). В последние годы опубликованы результаты исследований фауны и экологии усачей на территории запада Саратовской области (Володченко, 2008, 2013; Сукнёва, 2013). Однако состав и организация видовых ассоциаций усачей в пределах различных типов пойменных лесов выявлены недостаточно и требуют более пристального изучения. В связи с этим представляется необходимым выяснить зависимость структурной организации сообществ усачей от условий конкретных местообитаний.

Целью работы являлось изучение видового разнообразия, особенностей биотопического распределения и экологической структуры жуков-усачей в пойменных лесах крайнего запада Саратовской области.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Полевые исследования проводились в 2011 – 2014 гг. на территории Правобережья Саратовской области в окрестностях ряда населенных пунктов Балашовского района: сел Арзянка, Репное, Николевка, Лесное и г. Балашова. Саратовская область относится к малолесным регионам, наиболее крупные лесные массивы естественного происхождения располагаются на севере и западе региона. Основу лесного фонда западной части области составляют пойменные леса различного породного состава, произрастающие преимущественно в пойме р. Хопёр и ее притоков. Пойменные леса района исследования образованы различными лиственными деревьями, в центральной части поймы в составе древостоев доминирует дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), осина (*Populus tremula* L.), в притеррасных понижениях преобладает ольха чёрная (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Из сопутствующих пород обычны липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.), вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.), клён татарский (*Acer tataricum* L.), по берегам многочисленных пойменных озёр и протоков произрастает ива ломкая (*Salix fragilis* L.).

Характерными типами леса являются дубравы липово-ландышевые, дубравы крапивно-ежевичные, дубравы крапивно-ландышевые, осинники ежевично-крапивные, черноольшанники крапивно-орляковые (Золотухин и др., 2011). В указанных типах леса производилось рекогносцировочное обследование усыхающих и погибших деревьев различных лет отмирания, состав и структура древостоев отражены в табл. 1. В целом леса имеют удовлетворительное состояние, антропогенное воздействие низкое или среднее, связано главным образом с рекреационной нагрузкой (Золотухин, Овчаренко, 2007). Под пологом леса имеется достаточно большое количество отмирающих деревьев и древесного опада различного состояния, которые предоставляют необходимые для заселения усачами разнообразные микростации.

Сбор имаго усачей производился с поверхности стволов кормовых деревьев, а также с помощью оконных ловушек и ловушек с приманкой, имитирующей бродящий древесный сок. Имаго некоторых видов, преимущественно из подсемейства Lepturinae, также собирались с цветущих растений, на которых они проходят дополнительное питание. Анализ состава поселений усачей осуществлялся путем

СТРУКТУРА ВИДОВЫХ АССОЦИАЦИЙ ЖУКОВ-УСАЧЕЙ

вскрытия коры и древесины с последующим сбором личинок, куколок и отродившихся имаго, находящихся в кукольных колыбельках. Часть личинок фиксировалась в спирте, другие дорастивались до стадии куколки. Куколки содержались в садках до достижения стадии имаго. Изученный материал включает более 2500 экземпляров имаго, около 300 личинок и 60 куколок.

Таблица 1

Усредненный состав древостоев в обследованных типах леса

Тип леса	Состав насаждений	Сопутствующие породы	Полнота
Дубрава липово-ландышевая	7Д2Лп1В	Яо, Ивл, Клт	0.5
Дубрава крапивно-ежевичная	7Д2Ос1В	Лп, Яо, Ивл, Клт	0.7
Дубрава крапивно-ландышевая	9Д1В1	Лп, Яо, Ивл, Клт, Олч	0.5
Осинник ежевично-крапивный	8Ос2Д	В, Ивл	0.6
Черноольшанник крапивно-орляковый	7Олч2Ос1Д	В, Ивл	0.7

Примечание. В – вяз, Д – дуб, Ивл – ива ломкая, Клт – клен, Лп – липа, Ос – осина, Олч – ольха, Яо – ясень.

Сравнительный анализ видового разнообразия проводили с помощью информационных индексов Жаккара (K_j), Шеннона (H) и Симпсона (D), сходство сообществ оценивали методом кластерного анализа (Песенко, 1982).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Комплекс усачей пойменных лесов запада Саратовской области включает 51 вид из пяти подсемейств. Основу видового разнообразия образуют представители трех подсемейств – Cerambycinae (19 видов или 37.2% фауны), Lepturinae (17 видов или 33.3% фауны) и Lamiinae (13 видов или 25.5% фауны), совместно составляющие 96% фауны. Незначительно участие в составе фауны подсемейств Nemonyxinae и Prioninae, каждое из них представлено всего одним видом. Необходимо отметить, что данные подсемейства малочисленны в европейской части России в целом (Плавильщиков, 1936, 1940; Данилевский, 1985). Основу церамбицидофауны составляют европейские и евроазиатские элементы, характерные для лесостепных и северных степных регионов (Сукнёва, 2012).

Церамбицидофауна пойменных лесов включает 46% от общего видового разнообразия семейства на территории области (Сукнёва, 2013). Высокое богатство сообщества обусловлено тем, что в условиях Саратовской области пойменные леса имеют наиболее благоприятные экологические условия для обитания разнообразной фауны ксилофильных усачей по сравнению с нагорными лесами и лесонасаждениями (Володченко, 2009).

Однако в пределах отдельных типов леса видовое богатство изменяется в широком диапазоне (от 21 до 43 видов). Наиболее высоким видовым богатством обладают дубравы крапивно-ежевичные, в них обнаружен 41 вид, что составляет 80% от всего объема фауны усачей пойменных лесов. Только в этом биотопе встречались *Akimerus schaefferi* (Laicharting 1784), *Anisorus quercus* Goeze, 1783,

Anoploclera rufipes Schaller, 1783, *Leptura annularis* Fabricius, 1801. Доминируют по численности *Plagionotus detritus* (Linnaeus 1758), *Phymatodes testaceus* (Linnaeus 1758), *Mesosa myops* (Dalman, 1817). Субдоминантами являются *Alosterna tabacicolor* (Degeer, 1775), *Rhagium mordax* (DeGeer, 1775), *Dinoptera collaris* (Linnaeus, 1758).

В дубравах липово-ландшевых обнаружено 36 видов или 70% от общего биоразнообразия. Из них к группе доминантов относятся *Alosterna tabacicolor*, *Plagionotus arcuatus* (Linnaeus 1758), *Dinoptera collaris*, *Phymatodes testaceus*, *Stenurella bifasciata* (Muller, 1776). Субдоминантами являются *Stenurella melanura* (Linnaeus, 1758), *Xylotrechus antilope* (Schonherr, 1817), *Mesosa myops*.

Сообщество усачей дубрав крапивно-ландшевых также отличается высоким разнообразием. В них было обнаружено 35 видов или 67% от всей фауны. Здесь также обнаружены виды усачей, которые в других типах пойменных лесов не встречаются: *Purpuricenus globulicollis* Dejean 1839, *Poecilium alni* (Linnaeus 1767) и *Purpuricenus kaehleri* (Linnaeus 1758). Доминирующий комплекс составляют *Plagionotus arcuatus*, *Phymatodes testaceus*, *Xylotrechus antilope*, *Mesosa myops*, а *Stenurella melanura* и *S. bifasciata* являются субдоминантами.

Значительно меньше биоразнообразие усачей осинников ежевично-крапивных, оно составило 26 видов или 51% от общего биоразнообразия. Однако сообщество не лишено своеобразие, усачи *Saperda perforata* (Pallas, 1773), *S. populnea* (Linnaeus, 1758) и *S. carcharias* Linnaeus, 1758 были найдены только в этом типе леса. Доминируют по численности *Mesosa myops*, *Xylotrechus rusticus* (Linnaeus, 1758), *Saperda perforata* и *S. scalaris* (Linnaeus, 1758). В состав субдоминантов входят *Dinoptera collaris*, *Alosterna tabacicolor*, *Xylotrechus antilope*, *Stenurella melanura*, *S. bifasciata*.

Наиболее бедная фауна обнаружена в черноольшанниках крапивно-орляковых, здесь отмечен всего 21 вид усачей или 41% от общего разнообразия. Группу доминантов составляют *Stenurella bifasciata*, *Saperda scalaris*, *Mesosa myops*, *Alosterna tabacicolor*. Субдоминантами являются *Dinoptera collaris*, *Stenurella melanura*, *Plagionotus detritus*, *Xylotrechus rusticus*, *X. antilope*.

В целом видовое разнообразие усачей дубрав различного типа гораздо выше, чем в лесных сообществах с доминированием других древесных пород. Практически все виды за исключением *Saperda perforata*, *S. populnea* и *S. carcharias* были найдены в дубравах различного типа. Всего общих видов для всех обследованных пойменных биотопов обнаружено 14, из них в состав доминирующего комплекса входят *Mesosa myops*, *Alosterna tabacicolor*, *Plagionotus detritus*, *Stenurella bifasciata*, *S. melanura*, *Xylotrechus antilope*.

Состав видовых ассоциаций усачей основных лесообразующих пород также имеет характерные черты. Наибольшим богатством и своеобразием отличается церамбицидофауна дуба, на котором проходят развитие 34 вида усачей, для 17 из которых дуб является единственной заселяемой древесной породой. Это *Rhagium mordax*, *R. sycophanta* (Schrank 1781), *Akimerus schaefferi*, *Anisorus quercus*, *Anoploclera rufipes*, *Cerambyx scopolii* Fuessly, 1775, *Purpuricenus globulicollis*, *P. kaehleri*, *Ropalopus macropus*, *R. clavipes*, *Poecilium alni*, *Phymatodes testaceus*,

Plagionotus detritus, *P. arcuatus*, *Xylotrechus antilope*, *Clytus arietis* (Linnaeus, 1758), *Rhaphuma gracilipes* (Faldermann, 1835). Однако следует отметить, что часть видов, отмеченных как монофаги дуба по данным исследований авторов статьи, по литературным сведениям обладают заметно более широкими трофическими связями (Данилевский, Мирошников, 1985; Шаповалов, 2013). Вероятно, что в условиях пойменных лесов запада Саратовской области они не могут полностью реализовать свой трофический потенциал.

На остальных лесообразующих породах развивается существенно меньшее количество усачей: на осине отмечено 14 видов, на вязе – 11, на иве – 9, на липе – 7, на клёне – 7, на ольхе – 6, на ясене – 3. Осина обладает сравнительно специфичным комплексом усачей, связанных в своем развитии с деревьями рода *Populus* (Плавильщиков, 1958; Коваленко, 2010). Только на осине развиваются *Xylotrechus rusticus* (Linnaeus, 1758), *Saperda perforata*, *S. populnea*, *S. carcharias*. Из монофагов на иве отмечены *Aromia moschata* Linnaeus, 1758, *Lamia textor* (Linnaeus, 1758), на липе – *Exocentrus lusitanus* (Linnaeus, 1767), на вязе – *E. punctipennis* Mulsant et Guillebeu, 1856.

Анализ трофических связей показал, что во всех обследованных биотопах основу церамбидокомплексов формируют усачи, развивающиеся на дубе (табл. 2). Другими исследователями также отмечено, что среди прочих лиственных пород, растущих в восточноевропейской лесостепи, дуб имеет наиболее многочисленную консорцию насекомых (Воронцов и др., 1961; Володченко, 2009; Гамаюнова, Новак, 2009). Участие усачей, питающихся древесиной и корой дуба, в составе церамбидокомплексов минимально в черноольшанниках крапивно-орляковых (57.1%), а максимально в дубравах липово-ландышевых (88.9%) и дубравах ежевичных (94.3%). Практически все виды усачей, развивающихся на дубе, встречались в дубравах; в осинниках и черноольшанниках отмечено всего около половины и трети возможной фауны соответственно. Уменьшение видового разнообразия комплекса усачей дуба обусловлено выбыванием из состава сообществ усачей-монофагов дуба, что может быть обусловлено отсутствием необходимых для развития личинок микростадий.

Таблица 2

Число видов усачей, развивающихся на древесных породах в пойменных лесах запада Саратовской области

Порода	Дл-л	Дк-е	Дк-л	Ое-к	Чк-о
<i>Quercus robur</i>	32	32	33	18	12
<i>Populus tremula</i>	–	10	–	13	9
<i>Alnus glutinosa</i>	–	–	–	–	6
<i>Tilia cordata</i>	7	7	5	–	–
<i>Fraxinus excelsior</i>	3	3	3	–	–
<i>Ulmus laevis</i>	10	9	8	6	5
<i>Acer tataricum</i>	4	5	6	–	–
<i>Salix fragilis</i>	5	5	5	5	6

Примечание. Дл-л – дубравы липово-ландышевые, Дк-е – дубравы крапивно-ежевичные, Дк-л – дубравы крапивно-ландышевые, Ое-к – осинники ежевично-крапивные, Чк-о – черноольшанники крапивно-орляковые.

Во всех трех биотопах с осиной в составе древостоя на этой породе формировался следующий по разнообразию комплекс. Наибольшего видового разнообразия сообщество усачей осины достигает в черноольшанниках крапивно-орляковых (42.9%) и в осинниках ежевично-крапивных (42.3%), в дубравах крапивно-ежевичных доля этих видов значительно ниже (28.5%). Комплекс обитающих на осине усачей практически полностью представлен в осинниках, в дубравах крапивно-ежевичных и черноольшанниках видовое разнообразие снижается.

Сообщества усачей остальных лесобразующих пород принимают заметно меньшее участие в структуре биоразнообразия церамбицидокомплексов. Сообщества усачей вяза, липы и ясеня представлены практически полностью в дубравах различного типа. Ивовые усачи во всех биотопах представлены немногим больше, чем половиной видов.

Деревообитающие усачи относятся к трофическим группам ксилофагов и ксиломицетофагов (Мамаев, 1977). Большая часть усачей пойменных лесов (62.7%) по типу питания являются ксилофагами, ксиломицетофагами являются немногим более трети видов (37.3%). В дубравах липово-ландышевых доля ксилофагов увеличивается до 63.9%, а в остальных типах леса доля ксилофагов ниже и варьирует от 52.4% в черноольшаннике крапивно-орляковом до 60% в дубраве ежевичной (табл. 3).

Таблица 3

Видовое разнообразие и доля представителей трофических групп в составе сообществ усачей пойменных лесов Саратовской области

Типы леса	Ксилофаги		Ксиломицетофаги	
	Число видов	Доля, %	Число видов	Доля, %
Дубрава липово-ландышевая	23	63.9	13	36.1
Дубрава крапивно-ежевичная	25	58.1	18	41.9
Дубрава крапивно-ландышевая	21	60.0	14	40.0
Осинник крапивно-ежевичный	25	57.7	11	42.3
Черноольшанник крапивно-орляковый	11	52.4	10	47.6

Все изученные биотопы имеют близкие показатели разнообразия, что говорит о высоком сходстве церамбицидофаун (табл. 4). Наименьшее разнообразие по индексу Шеннона отмечалось в черноольшанниках и в осинниках, что является следствием отсутствия в составе сообществ усачей в данных биотопах многих видов. Согласно этому показателю дубравы имеют более высокое биоразнообразие, что подтверждается результатами изучения видовых списков. Индекс Симпсона во всех типах леса имеет близкие значения, что показывает на аналогичную структуру доминирования.

Сравнительный анализ (по Жаккару) видового состава усачей показал, что во всех парах сравнений отмечены высокие индексы сходства, имеющие значения сходства не менее 0.5. Наибольшим сходством церамбицидокомплексов обладают дубравы различного типа. Индекс сходства между этими биотопами варьирует от 0.73 между дубравами липово-ландышевыми и ежевично-крапивными до 0.81 между дубравами липово-ландышевыми и ежевично-крапивными. Сходство осинни-

СТРУКТУРА ВИДОВЫХ АССОЦИАЦИЙ ЖУКОВ-УСАЧЕЙ

ков и черноольшанников с дубравами значительно ниже и изменяется от 0.44 до 0.52. Однако сходство этих биотопов между собой имеет более высокие показатели и составляет 0.68. Согласно данным кластерного анализа, проведенного на основе расчета индекса Жаккара, все сообщества формируют единый кластер, внутри которого выделяются две группы (рисунок). Одну группу составляют дубравы разного типа, другую формируют черноольшанники и осинники.

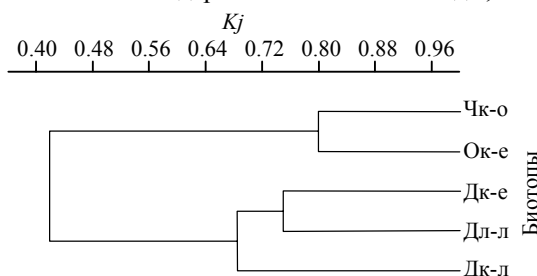
Таблица 4

Показатели разнообразия сообществ усачей в разных типах пойменных лесов

Показатели	Дл-л	Дк-е	Дк-л	Ок-е	Чк-о
Индекс Шеннона (H)	3.062	3.129	3.127	2.782	2.591
Индекс Симпсона (D)	0.9378	0.933	0.9455	0.9256	0.9094

Примечание. Условные обозначения см. табл. 2.

Сходство состава видовых ассоциаций усачей исследованных биотопов в основном определяется присутствием в составе сообществ видов, личинки которых способны развиваться на различных лиственных деревьях. Это такие виды, как *Stenocorus meridianus* (Linnaeus 1758), *Dinoptera collaris*, *Alosterna tabacicolor*, *Leptura quadrifasciata* (Linnaeus, 1758), *Stenurella melanura*, *S. bifasciata*, *Strangalia attenuata* (Linnaeus, 1758), *Mesosa myops*, которые встречаются во всех биотопах. Сходство сообществ также определяется видами, составляющими комплекс усачей дуба, произрастающего во всех типах леса. Наиболее обычными обитателями дубовых деревьев в районе исследования являются *Rhagium mordax*, *R. sycophanta*, *Stenocorus quercus*, *P. testaceus*, *Plagionotus detritus*, *P. arcuatus*, *Xylotrechus antilope*.



Сходство сообществ усачей пойменных лесов запада Саратовской области. Условные обозначения см. табл. 2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пойменных лесах запада Саратовской области обитает 51 вид усачей из 5 подсемейств: Cerambycinae – 19, Lepturinae – 17, Lamiinae – 13, Necydalinae – 1 и Prioninae – 1. Основу комплексов составляют представители подсемейств Cerambycinae, Lepturinae и Lamiinae, совместно составляющие 96% биоразнообразия. Различные типы пойменных лесов обладают сходными параметрами структуры сообществ усачей, что выражается в близких значениях видового состава и структуры доминирования. Отмеченные вариации статистических показателей определяются структурой и породным составом древостоя, служащих кормовым объектом и одновременно местообитанием личинок, а также общей влажностью биотопа, влияющей на биотопические предпочтения многих усачей.

Видовое разнообразие пойменных биотопов варьирует в широких пределах. В дубравах крапивно-ежевичных отмечено наибольшее количество видов, несколько меньшим разнообразием отличаются сообщества усачей дубрав липово-ландышевых и крапивно-ландышевых, минимальное разнообразие отмечено в осинниках ежевично-крапивных и черноольшанниках крапивно-орляковых. Видовая специфичность сообществ низкая, практически все виды встречались в двух и более типах леса, а дубравы липо-ландышевые и черноольшанники орляковые не имеют характерных только для этих биотопов видов.

Наибольшим видовым разнообразием отличается комплекс усачей дуба, преобладающий по числу видов во всех пойменных биотопах. Сообщества усачей других лесобразующих пород включают значительно меньшее количество видов, однако в отдельных биотопах они играют важную роль в структуре церамбицидо-комплексов. Относительно высокая видовая специфичность фауны усачей отмечена для дуба, на остальных породах монофаги представлены отдельными видами или отсутствуют.

По типу питания в составе сообществ усачей преобладают ксилофаги, ксиломицетофаги представлены меньшим числом видов. Следует отметить, что у ксилофагов значительно чаще, чем у ксиломицетофагов, отмечается монофагия, что связано с высокой спецификой химического состава тканей недавно отмерших деревьев, на которых развиваются личинки ксилофагов. Доля участия в составе сообществ усачей ксилофагов в значительной степени определяется составом лесобразующих пород, а также наличием пригодного для жизни личинок субстрата на протяжении всей личиночной стадии, продолжительность которой изменяется от одного года до нескольких лет. Ксиломицетофаги развиваются в древесине, значительно переработанной ксилотрофными грибами и потерявшей существенную часть специфичности химического состава. Разнообразие ксиломицетофагов определяется главным образом влажностью биотопа, обусловленной преимущественно режимом пойменного затопления. Более продолжительное время затопления осинников и черноольшанников, располагающихся в понижениях поймы, приводит к выбыванию ряда видов ксиломицетофагов из состава сообществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Володченко А. Н. К познанию фауны жуков-усачей (Coleoptera, Cerambycidae) Среднего Прихоперья // Город и экология : материалы межрегион. науч.-практ. конф. Воронеж : Кривичи, 2008. С. 158 – 163.

Володченко А. Н. Сукцессионные комплексы ксилобионтных жесткокрылых лиственных лесов Среднего Прихоперья // Изв. С.-Петербург. лесотехн. академии. 2009. Вып. 187. С. 79 – 86.

Володченко А. Н. К изучению жесткокрылых-ксилофагов древесных насаждений Саратовской области // VII Чтения памяти О. А. Катаева. Вредители и болезни древесных растений России : материалы междунар. конф. СПб. : Изд-во СПбГЛТУ, 2013. С. 23.

Воронцов А. И., Гурьянова Т. М., Мозолевская Е. Г. Обзор вредных лесных насекомых Хоперского заповедника // Тр. Хоперского заповедника. 1961. Вып. 4. С. 47 – 74.

Гамаюнова С. Г., Новак Л. В. К вопросу о заселении ксилофагами мертвой древесины дуба черешчатого // Лісівництво і агролісомеліорація, Харків. 2009. Вип. 115. С. 261 – 267.

СТРУКТУРА ВИДОВЫХ АССОЦИАЦИЙ ЖУКОВ-УСАЧЕЙ

Данилевский М. Л., Мирошников А. И. Жуки-усачи Кавказа (Coleoptera, Cerambycidae). Краснодар : Изд-во Кубанск. с.-х. ин-та, 1985. 419 с.

Золотухин А. И., Овчаренко А. А. Пойменные леса Прихоперья : состояние, эколого-ценотическая структура, биоразнообразие. Балашов : Николаев, 2007. 152 с.

Золотухин А. И., Овчаренко А. А., Занина М. А., Шаповалова А. А. Эколого-ценотическая характеристика и динамика пойменных дубрав Прихоперья // Поволж. экол. журн. 2011. № 3. С. 314 – 322.

Калюжная Н. С., Комаров Е. В., Черезова Л. Б. Жесткокрылые насекомые Нижнего Поволжья / Регион. центр по изучению и сохранению биоразнообразия. Волгоград, 2000. 204 с.

Коваленко Я. Н. К изучению жесткокрылых-ксилобионтов (Coleoptera) юга Среднерусской лесостепи, связанных с видами рода *Populus* // Науч. ведомости Белгородск. гос. ун-та. Естеств. науки. 2010. Т. 21, вып. 13. С. 62 – 68.

Линдеман Г. В. Заселение стволовыми вредителями лиственных пород в дубравах лесостепи с связи с их ослаблением и отмиранием (на примере Теллермановского леса) // Защита леса от вредных насекомых. М. : Наука, 1964. С. 58 – 116

Линдеман Г. В. Заселение дуба стволовыми вредителями в связи с ослаблением и отмиранием в дубравах лесостепи (на примере Теллермановского леса) // Влияние животных на продуктивность лесных биогеоценозов. М. : Наука, 1966. С. 75 – 96.

Мамаев Б. М. Биология насекомых – разрушителей древесины // Итоги науки и техники. Энтомология. М. : ВИНТИ, 1977. Т. 3. 213 с.

Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М. : Наука, 1982. 288 с.

Павильчиков Н. Н. Фауна СССР. Насекомые жесткокрылые. Т. 21. Жуки-дровосеки. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1936. Ч. 1. 611 с.

Павильчиков Н. Н. Фауна СССР. Насекомые жесткокрылые. Т. 22. Жуки-дровосеки. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1940. Ч. 2. 784 с.

Павильчиков Н. Н. Фауна СССР. Насекомые жесткокрылые. Т. 23. Жуки-дровосеки. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1958. Ч. 3. 589 с.

Сукнёва В. П. Анализ зоогеографической структуры фауны жуков-усачей (Coleoptera, Cerambycidae) Саратовской области // Актуальные проблемы науки и образования : сб. науч. ст. Балашов : Николаев, 2012. С. 107 – 108.

Сукнёва В. П. Биоразнообразие жуков-усачей Саратовского Прихоперья // Исследования в области естественных наук и образования : сб. науч.-исслед. работ студентов. Самара : Порто-принт, 2013. Вып. 3. С. 95 – 99.

Шаповалов А. М. Жуки-усачи (Coleoptera, Cerambycidae) Оренбургской области : фауна, распространение, биология // Тр. Оренб. отд-ния Рус. энтомот. о-ва. 2012. Вып. 3. С. 1 – 221.

**МНОГОЛЕТНИЙ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
УСТОЙЧИВОСТИ *BETULA PENDULA* (BETULACEAE, FAGALES)
И *TILIA CORDATA* (MALVACEAE, MALVALES)
К АВТОТРАНСПОРТНОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ**

Е. А. Ерофеева, К. В. Шаповалова

*Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского
Россия, 603950, Н. Новгород, просп. Гагарина, 23*

E-mail: ele77785674@yandex.ru

Поступила в редакцию 06.10.2014 г.

Многолетний сравнительный анализ устойчивости *Betula pendula* (Betulaceae, Fagales) и *Tilia cordata* (Malvaceae, Malvales) к автотранспортному загрязнению. – Ерофеева Е. А., Шаповалова К. В. – В 2010 – 2012 гг. проведен сравнительный анализ содержания хлорофиллов и каротиноидов, общего белка, сульфгидрильных групп, а также интенсивности перекисного окисления липидов в листе берёзы повислой (*Betula pendula* Roth) и липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) в условиях относительной нормы и при различном уровне автотранспортного загрязнения. При действии автотранспортного загрязнения и на контрольном участке содержание каротиноидов и сульфгидрильных групп в большинстве случаев было выше у *T. cordata* по сравнению с данными параметрами *B. pendula*. В отношении общего белка наблюдалась обратная картина. Выявленные межвидовые различия не являлись абсолютно жесткими и могли инвертироваться при действии автотранспортной нагрузки на отдельных участках автодорог. Выявлены межгодовые различия между всеми изученными показателями у деревьев данных видов, произрастающих на контрольных участках ($p < 0.05$), что свидетельствует о существенном влиянии погодных условий текущего сезона вегетации на их величину. Из двух изученных видов древесных растений *T. cordata* является более устойчивой к автотранспортному загрязнению, поскольку у данного вида отклонение изученных параметров от контрольного значения при действии автотранспортного загрязнения наблюдались реже по сравнению с *B. pendula*. Данный факт, в частности, обусловлен более значительным содержанием каротиноидов и защитных пептидов, содержащих сульфгидрильные группы, в листе *T. cordata*.

Ключевые слова: *Tilia cordata*, *Betula pendula*, пигменты, перекисное окисление липидов, белок, сульфгидрильные группы.

Long-term comparative analysis of the stability of *Betula pendula* (Betulaceae, Fagales) and *Tilia cordata* (Malvaceae, Malvales) to motor traffic pollution. – Yerofeyeva E. A. and Shapovalova K. V. – In 2010 – 2012, a comparative analysis of the chlorophyll and carotenoid content, total protein, sulfhydryl group content and lipid peroxidation rate in the leaves of the drooping birch (*Betula pendula* Roth) and small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) was carried out for relatively normal conditions and for various levels of motor traffic pollution. In most cases the carotenoid and sulfhydryl group content was higher in the leaves of *T. cordata* in comparison with *B. pendula* under the action of motor traffic pollution and at a reference plot. A reverse situation was observed for total protein. The identified interspecific differences were not absolutely rigid and could be inverted under the action of motor traffic load at some parts of roads. Interannual differences among all the studied indices of *T. cordata* and *B. pendula* were revealed ($p < 0.05$) at the reference plots, which indicates that the weather conditions during the current growing season can affect the studied tree indices. Of the two tree species, *T. cordata* was more resistant to traffic pollution, because deviations of its indices from their reference values under the action of traffic pollution were detected less frequently than in *B. pendula* leaves. This fact, in particular, was due to the higher content of carotenoids and protective peptides with sulfhydryl groups in *T. cordata* leaves.

Key words: *Tilia cordata*, *Betula pendula*, pigment, lipid peroxidation, protein, sulfhydryl groups.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы автотранспорт является одним из основных источников загрязнения окружающей среды в крупных городах в связи с быстрым ростом автотранспортного парка (Состояние городов России..., 2008). В первую очередь воздействию поллютантов выхлопов автотранспорта подвергаются виды древесных растений, широко представленные в лесопосадочных полосах, расположенных вблизи автодорог. К таким видам, в частности, относятся берёза повислая (*Betula pendula* Roth, 1788) и липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill., 1768). В связи с этим понятен интерес исследователей к данным видам в плане изучения закономерностей адаптации растений к антропогенной нагрузке, а также поиска параметров растений, пригодных для оценки качества окружающей среды при проведении биоиндикации.

К последним относят такие биохимические показатели растений как содержание фотосинтетических пигментов (Carreras et al., 1996; Pignata et al., 1999), общего белка (Singh et al., 2013) и сульфгидрильных групп (Ding et al., 1994), а также интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) (Савинов и др., 2007; Wahsha et al., 2012 и др.). В то же время до сих пор практически неизученными остаются видовые особенности данных параметров у *B. pendula* и *T. cordata* при адаптации к загрязнению окружающей среды и в условиях относительной нормы, несмотря на то, что данные виды различаются экологическими характеристиками (Ветчинникова, 2004; Radoglou et al., 2009) и устойчивостью к ряду газообразных поллютантов, содержащихся в выхлопах автотранспорта (Смит, 1985). В связи с вышеуказанным в данном исследовании был проведен многолетний сравнительный анализ содержания фотосинтетических пигментов, общего белка и сульфгидрильных групп, а также интенсивности ПОЛ в листе *B. pendula* и *T. cordata* в условиях относительной нормы и при различном уровне автотранспортной нагрузки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводили в 2010 – 2012 гг. Листовые пластинки собирали во второй половине июля у *B. pendula* и *T. cordata* генеративного возраста, произрастающих на 3 участках смешанных лесопосадок, расположенных на расстоянии 3 – 4 м от автодорог нагорной части г. Нижнего Новгорода с различным уровнем автотранспортного загрязнения: ул. Невзоровых (низкий уровень), ул. Тимирязева (средний уровень), просп. Гагарина (высокий уровень). Уровень автотранспортного загрязнения оценивали по величине потока автотранспорта (Рузский и др., 2008). Контрольный (условно чистый) участок для *B. pendula* был расположен в 20 км к северу г. Нижнего Новгорода в районе пос. Киселиха, а для *T. cordata* – на территории лесопарка «Щелковский хутор» в нагорной части города. Исследованные участки лесопосадок характеризовались сходными почвенными условиями (светло-серые лесные почвы с антропогенным перемешиванием верхних горизонтов), нормальным режимом увлажнения (Гелашвили и др., 2007). В нагорных районах города отсутствуют крупные стационарные источники загрязнения, и выбросы автотранспорта вносят основной вклад в ухудшение состояния окружающей среды. С каждого из 10 деревьев участка собирали по 30 – 35 листовых пластинок. В объединенной пробе из 30 – 35 листовых пластинок для каждого из 10 деревьев участка определяли изученные биохимические показатели ($n = 10$).

Интенсивность ПОЛ оценивали по содержанию ТБК-активных продуктов липопероксидации, среди которых наиболее массовым является малоновый диальдегид (МДА) (Камышников, 2002). Содержание хлорофиллов и каротиноидов в листе определяли согласно общепринятой методике, для экстрагирования пигментов использовали 80%-ный ацетон (Гавриленко, Жигалова, 2003). Содержание сульфгидрильных групп определяли согласно методике G. Ellman (1959) с незначительными модификациями, а общего белка – по М. Bradford (1976). Содержание данных показателей для каждого дерева определяли в одних и тех же листовых пластинках. Статистический анализ результатов исследований проводили с помощью программы БИОСТАТИСТИКА 4.03, используя однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) и параметрический критерий для множественных парных сравнений Ньюмена – Кейлса. На графиках представлены выборочные средние, рассчитанные для 10 биологических повторностей (10 деревьев) каждого участка, и их ошибки.

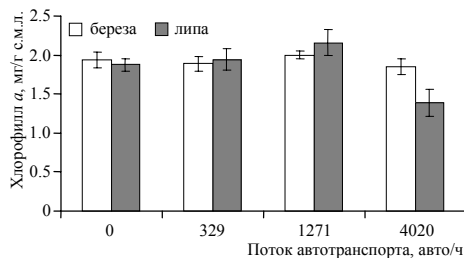
РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание пигментов в листе *B. pendula* и *T. cordata*. Анализ межвидовых различий содержания пигментов у *B. pendula* и *T. cordata*, произрастающих на участках с одинаковым уровнем нагрузки, показал, что в 2010 – 2012 гг. уровень хлорофиллов в листе данных видов, как на контрольном участке, так и при автотранспортном загрязнении, не различался, а содержание каротиноидов в большинстве случаев было выше у *T. cordata* (рис. 1 – 2; содержание хлорофилла *b* на рисунках не представлено). По-видимому, более высокое содержание каротиноидов является специфической чертой *T. cordata* как теневыносливого вида (Березина, Афанасьева, 2009). *B. pendula* относится к светолюбивым видам (гелиофитам) (Березина, Афанасьева, 2009). Известно, что каротиноиды действуют как дополнительные светособирающие пигменты (Мокроносов и др., 2006). Следует отметить, что высокий уровень каротиноидов у *T. cordata* не являлся абсолютно жесткой видовой характеристикой и при некоторых условиях среды различия по данному показателю между изученными видами нивелировались (рис. 2, б).

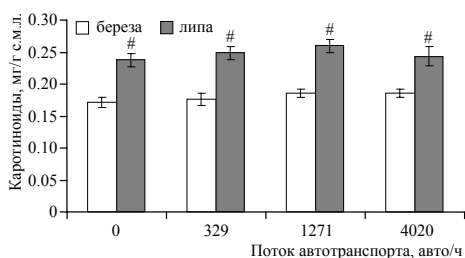
Сравнительный анализ воздействия автотранспортной нагрузки на содержание пигментов у *B. pendula* и *T. cordata* показал, что в разные годы наблюдения автотранспортное загрязнение приводило как к снижению, так и к повышению содержания пигментов по сравнению с контролем, либо не влияло на данный показатель (см. рис. 1 – 2). Известно, что различные химические загрязнители могут приводить как к снижению (Титов и др., 2007), так и к повышению уровня хлорофиллов и каротиноидов (Кулагин, Шагиева, 2005). Изменение содержания пигментов в условиях загрязнения чаще наблюдалось у *B. pendula*, что, возможно, обусловлено более высокой чувствительностью данного вида к загрязнению атмосферного воздуха оксидами серы и азота (Смит, 1985), содержащимися в выхлопах автотранспорта.

Интенсивность ПОЛ в листе *B. pendula* и *T. cordata*. Анализ межвидовых различий интенсивности ПОЛ показал, что содержание МДА в листе изученных видов, произрастающих на одних и тех участках, не различалось, либо было выше (в большинстве случаев) у *B. pendula* по сравнению с аналогичным параметром

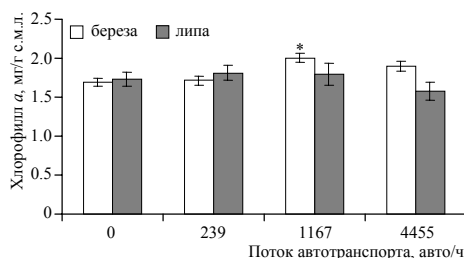
T. cordata в том числе и у деревьев контрольных участков (рис. 3). Возможно, данный факт обусловлен более высоким содержанием у *T. cordata* каротиноидов, являющихся антиоксидантами (Мокроносов и др., 2006).



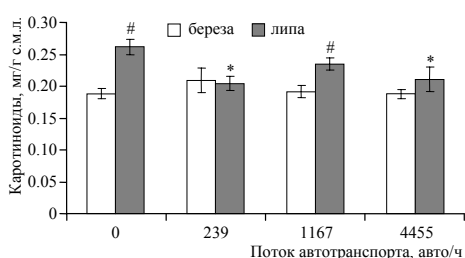
а



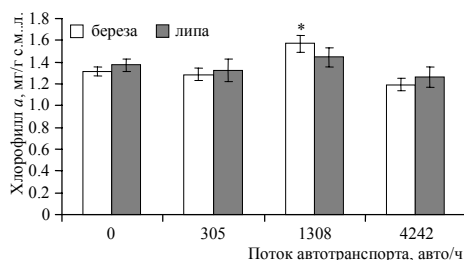
а



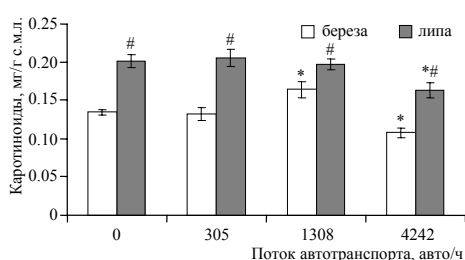
б



б



в

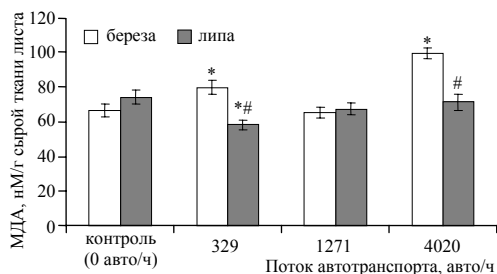


в

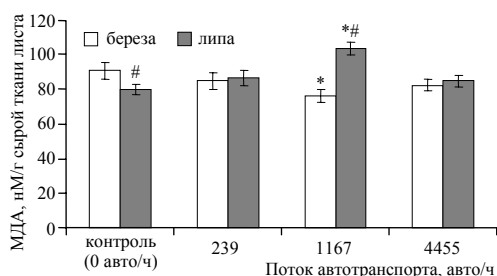
Рис. 1. Содержание хлорофилла *a* в листе *B. pendula* и *T. cordata* в условиях нормы и при автотранспортном загрязнении в 2010 (а), 2011 (б) и 2012 (в) гг.: * – статистически значимые различия по сравнению с данным показателем у деревьев контрольного участка при $p < 0.05$; с.м.л. – сырая масса листа

Рис. 2. Содержание каротиноидов в листе *B. pendula* и *T. cordata* в условиях нормы и при автотранспортном загрязнении в 2010 (а), 2011 (б) и 2012 (в) гг.: * – статистически значимые различия по сравнению с данным показателем у деревьев контрольного участка при $p < 0.05$; # – статистически значимые различия по сравнению с данным показателем у *B. pendula* на этом же участке при $p < 0.05$; с.м.л. – сырая масса листа

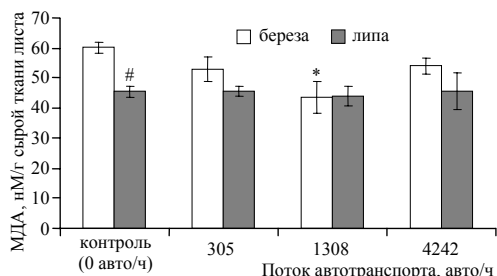
Сравнительный анализ воздействия автотранспортной нагрузки на интенсивность ПОЛ у изученных видов показал, что в разные годы наблюдения автотранспортное загрязнение приводило как к снижению, так и к повышению интенсивности



а



б



в

Рис. 3. Интенсивность перекисного окисления липидов в листе *B. pendula* и *T. cordata* в условиях нормы и при автотранспортном загрязнении в 2010 (а), 2011 (б) и 2012 (в) гг.: * – статистически значимые различия по сравнению с данным показателем у деревьев контрольного участка при $p < 0.05$; # – статистически значимые различия по сравнению с данным показателем у *B. pendula* на этом же участке при $p < 0.05$

ПОЛ по сравнению с контролем, либо не влияло на данный показатель (см. рис. 3). Кроме общеизвестного прооксидантного эффекта различных поллютантов в отношении растений (Савинов и др., 2007; Ben Ghnaya et al., 2009 и др.) некоторыми авторами показано, что в ряде доз такие загрязнители придорожных территорий, как свинец и кадмий, могут оказывать антиоксидантный эффект (Ху и др., 2007; Qiu et al., 2008). Авторами статьи ранее установлено, что некоторые поллютанты, воздействующие на растения, произрастающие вблизи автодорог (кадмий, хлорид натрия и формальдегид), в отдельных дозах оказывают антиоксидантное действие на растения в эксперименте (Ерофеева, 2014). Эффект автотранспортного загрязнения в отношении интенсивности ПОЛ чаще выявлялся для *B. pendula*, чем для *T. cordata*, что подтверждает предположение авторов статьи о более высокой чувствительности *B. pendula* к автотранспортному загрязнению.

Содержание общего белка в листе *B. pendula* и *T. cordata*. Анализ межвидовых различий показал, что содержание общего белка в листе было в большинстве случаев существенно выше у *B. pendula* по сравнению с аналогичным параметром *T. cordata* на этом же участке (рис. 4), в том числе и у деревьев контрольных участков. Данный факт указывает на то, что более высокое содержание белка является специфической чертой вида *B. pendula*. Однако в ряде случаев различия по данному показателю ме-

жду изученными видами нивелировались и даже инвертировались (см. рис. 4, б). Сравнительный анализ воздействия автотранспортной нагрузки на содержание общего белка у изученных видов показал, что автотранспортная нагрузка у *T. cordata* и *B. pendula* приводила только к увеличению содержания общего белка по сравнению с контролем, особенно при низком и среднем уровнях нагрузки. Возможно, это обусловлено повышением синтеза защитных белков (ферментов антиоксидантной системы и детоксикации ксенобиотиков и др.) при умеренном уровне антропогенной нагрузки. При высоком уровне загрязнения, по-видимому, происходит нарушение процесса биосинтеза белка как в результате прямого воздействия токсикантов, так и, вероятно, вследствие дефицита энергетических ресурсов растения.

Следует отметить, что в разные годы наблюдения характер воздействия автотранспортного загрязнения на содержание общего белка изученных видов различался, что особенно четко проявлялось у *T. cordata* (см. рис. 4).

Содержание сульфгидрильных групп в листе *B. pendula* и *T. cordata*. При анализе межвидовых различий было установлено, что данный показатель в большинстве случаев был существенно выше в листе *T. cordata* по сравнению с аналогичным параметром *B. pendula* на этом же участке (рис. 5). Подобное явление было обнаружено во все годы наблюдения у деревьев контрольных участков, что позволяет говорить о том, что более высокое содержание сульфгидрильных групп является особенностью вида *T. cordata*. В то же время в некоторых случаях в условиях загрязнения происходило инвертирование различий (см. рис. 5, в).

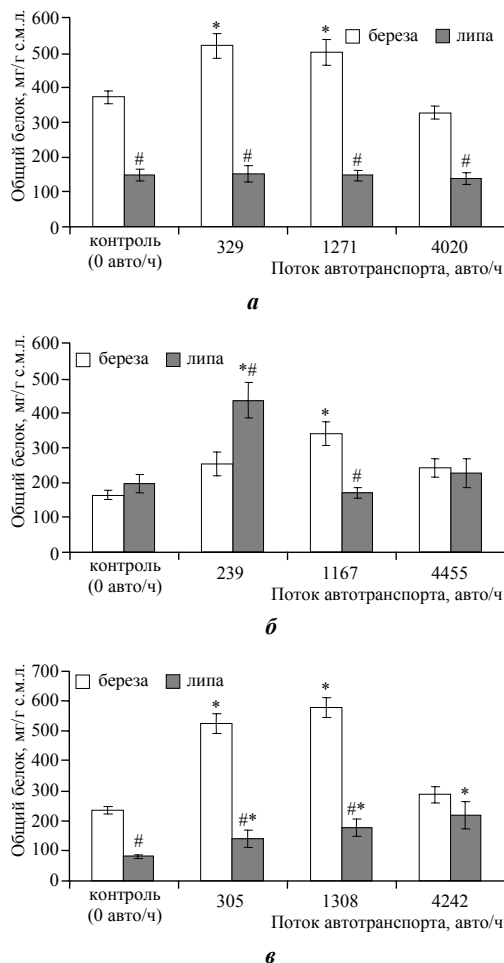


Рис. 4. Содержание белка в листе *B. pendula* и *T. cordata* в условиях нормы и при автотранспортном загрязнении в 2010 (а), 2011 (б), и 2012 (в) гг.: * – статистически значимые различия по сравнению с данным показателем у деревьев контрольного участка при $p < 0.05$; # – статистически значимые различия по сравнению с данным показателем у *B. pendula* на этом же участке при $p < 0.05$; с.м.л. – сырая масса листа

Сравнительный анализ воздействия автотранспортной нагрузки на содержание сульфгидрильных групп у *B. pendula* и *T. cordata* показал, что наблюдалось как снижение (в большинстве случаев), так и увеличение данного показателя относительно контроля. Другими авторами показано, что в условиях загрязнения кадмием происходит увеличение содержания сульфгидрильных групп у растений (Ding et al., 1994).

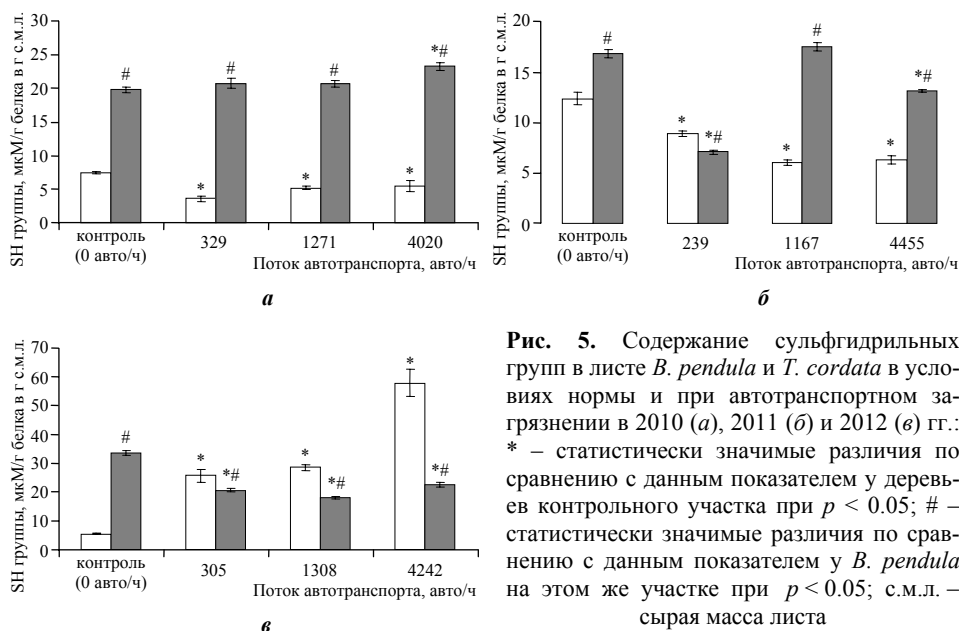


Рис. 5. Содержание сульфгидрильных групп в листе *B. pendula* и *T. cordata* в условиях нормы и при автотранспортном загрязнении в 2010 (а), 2011 (б) и 2012 (в) гг.: * – статистически значимые различия по сравнению с данным показателем у деревьев контрольного участка при $p < 0.05$; # – статистически значимые различия по сравнению с данным показателем у *B. pendula* на этом же участке при $p < 0.05$; с.м.л. – сырая масса листа

Использованная авторами статьи методика позволяет выявить общее количество восстановленных сульфгидрильных групп, которые преимущественно имеются у защитных пептидов, богатых цистеином (глутатиона, фитохелатинов, металлотионеинов), участвующих, в частности, в детоксикации тяжелых металлов (Титов и др., 2007). В связи с этим, надо полагать, что снижение данного параметра в условиях загрязнения свидетельствует об интенсивном окислении сульфгидрильных групп таких пептидов в процессе детоксикации ксенобиотиков, а также в результате работы аскорбат-глутатионового цикла. Повышение же уровня сульфгидрильных групп по сравнению с контролем, по-видимому, можно рассматривать как явление сверхкомпенсации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе вышесказанного можно заключить, что, по крайней мере, для трех показателей листа, таких как содержание каротиноидов, общего белка и сульфгидрильных групп, авторами статьи были выявлены четкие межвидовые различия у

изученных видов древесных растений, как в условиях относительной нормы, так и при загрязнении. *T. cordata* относится к теневыносливым растениям, в отличие от *B. pendula*, являющейся гелиофитом (Березина, Афанасьева, 2009), и в связи с этим имеет более высокое содержание каротиноидов в листе. По-видимому, повышенное содержание каротиноидов у *T. cordata* лежит в основе более низкой интенсивности ПОЛ у данного вида по сравнению с *B. pendula* в условиях загрязнения и относительной нормы. С высоким уровнем каротиноидов у *T. cordata* можно также связать и отсутствие влияния загрязнения на содержание зеленых пигментов у данного вида, если учесть, что каротиноиды входят в светособирающие комплексы фотосистем. В связи с этим данному виду, по-видимому, нет необходимости увеличивать биосинтез хлорофиллов при загрязнении, как это происходит у *B. pendula*, чтобы удовлетворить потребности адаптационных процессов в энергетических ресурсах.

T. cordata характеризуется также более высоким содержанием сульфгидрильных групп в листе по сравнению с *B. pendula*, что свидетельствует о более значительном уровне биосинтеза богатых цистеином защитных пептидов (фитохелатины, металлотионеины, глутатион), в том числе и в условиях относительной нормы. Возможно, повышенное содержание каротиноидов и защитных пептидов в листе *T. cordata* обуславливает показанную ранее другими авторами (Смит, 1985) более высокую устойчивость данного вида к загрязнению атмосферного воздуха оксидами серы и азота по сравнению с *B. pendula* и является причиной выявленной авторами статьи большей устойчивости этого вида к автотранспортному загрязнению, которое также характеризуется превышением ПДК по данным оксидам в воздухе. В то же время содержание общего белка в листе *T. cordata* было в большинстве случаев значительно ниже, чем у *B. pendula*.

Все вышеописанные межвидовые различия у *T. cordata* и *B. pendula* по содержанию каротиноидов, белка и сульфгидрильных групп в некоторых случаях при действии автотранспортного загрязнения и на контрольных участках исчезали, либо инвертировались, что свидетельствует о достаточно высокой пластичности биохимических параметров растений. В связи с этим хотелось бы подчеркнуть, что однократное (в течение одного сезона наблюдения) исследование может оказаться недостаточным для того, чтобы правильно судить о характере межвидовых различий данных показателей. В данном плане многолетние исследования являются более объективными.

В разные годы наблюдения характер воздействия автотранспортного загрязнения на исследованные параметры листа *B. pendula* и *T. cordata* на одних и тех же участках различался. Кроме того, были обнаружены статистически значимые межгодовые различия между всеми изученными показателями у деревьев данных видов, произрастающих на контрольных участках ($p < 0.05$) (статистически значимые межгодовые различия показателей деревьев контрольных участков не указаны на рисунках). На основе данных фактов можно утверждать, что на величину изученных показателей листа *B. pendula* и *T. cordata*, кроме уровня автотранспортного загрязнения, влияют также особенности погодных условий текущего сезона вегетации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Березина Н. А., Афанасьева Н. Б. Экология растений : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М. : Изд. центр «Академия», 2009. 400 с.
- Ветчинникова Л. В. Береза : вопросы изменчивости (морфо-физиологические и биохимические аспекты). М. : Наука, 2004. 183 с.
- Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу. М. : Изд. центр «Академия», 2003. 256 с.
- Гелашвили Д. Б., Копосов Е. В., Лантев Л. А. Экология Нижнего Новгорода. Н. Новгород : Деловая Полиграфия, 2007. 530 с.
- Камышников В. С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике. Минск : Беларусь, 2002. Т. 2. 495 с.
- Кулагин А. А., Шагиева Ю. А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей. М. : Наука, 2005. 190 с.
- Мокроносов А. Т., Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты. М. : Изд. центр «Академия», 2006. 448 с.
- Рузский А. В., Донченко В. В., Кунин Ю. И., Петрухин В. А., Виженский В. А., Вайсблум М. Е. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств на территории городов / Науч.-исслед. и-т автомобильного транспорта. М., 2008. 152 с.
- Савинов А. Б., Курганова Л. Н., Шекунов Ю. И. Интенсивность перекисного окисления липидов у *Taraxacum officinale* Wigg. и *Vicia cracca* L. в биотопах с разным уровнем загрязнения почв тяжелыми металлами // Экология. 2007. № 3. С. 191 – 197.
- Смит У. Х. Лес и атмосфера. Взаимодействие между лесными экосистемами и примесями атмосферного воздуха. М. : Прогресс, 1985. 429 с.
- Состояние городов России 2008 / науч. ред. Т. Д. Белкина / Науч.-исслед. некоммерческое партнерство «Город – Регион – Семья». М., 2008. 146 с.
- Титов А. Ф., Таланова В. В., Казнина Н. М., Лайдинен Г. Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам. Петрозаводск : Изд-во Карельск. науч. центра РАН, 2007. 172 с.
- Ху Ц. Ц., Ши Г. С., Су Ц. С., Ван С., Юан Ц. Х., Ду К. Х. Воздействие Pb^{2+} на активность антиоксидантных ферментов и ультраструктуру клеток листьев // Физиология растений. 2007. Т. 54, № 3. С. 469 – 474.
- Ben Ghnaya A., Charles G., Hourmant A., Ben Hamida J., Branchard M. Physiological behaviour of four rapeseed cultivar (*Brassica napus* L.) submitted to metal stress // Comptes Rendus Biologies. 2009. Vol. 332, № 4. P. 363 – 370.
- Bradford M. A Rapid and sensitive method for quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // Analytical Biochemistry. 1976. Vol. 72, iss. 1 – 2. P. 248 – 254.
- Carreras H. A., Canas M. S., Pignata M. L. Differences in responses to urban air pollutants by *Ligustrum lucidum* Ait. and *Ligustrum lucidum* Ait. f. *tricolor* (Rehd.) Rehd // Environmental Pollution. 1996. Vol. 93. P. 211 – 218.
- Ding X., Jiang J., Wang Y. Y., Wang W. Q., Ru B. G. Bioconcentration of cadmium in water hyacinth (*Eichhornia-crassipes*) in relation to tiol-group content // Environmental Pollution. 1994. Vol. 84, № 1. P. 93 – 96.
- Ellman G. L. Tissue sulfhydryl groups // Archives Biochemistry and Biophysics. 1959. Vol. 82, iss. 1. P. 70 – 77.
- Erofeeva E. A. Hormesis and paradoxical effects of wheat seedling (*Triticum aestivum* L.) parameters upon exposure to different pollutants in a wide range of doses // Dose-Response. 2014. Vol. 12, № 1. P. 121 – 135.

Pignata M. L., Gudino G. L., Canas M. S., Orellana L. Relationship between chemical parameters measured in *Melia azedarach* L. and environmental conditions in urban areas // Science of the Total Environment. 1999. Vol. 243 – 244. P. 85 – 96.

Qiu R-L., Zhao X., Tang Y-T., Yu F-M., Hu P-J. Antioxidative response to Cd in a newly discovered cadmium hyperaccumulator, *Arabis paniculata* F. // Chemosphere. 2008. Vol. 74, № 1. P. 6 – 12

Radoglou K., Spyroglou G., Dobrowolska D., Nicolescu V.-N. A Review on the ecology and silviculture of limes : (*Tilia cordata* Mill., *Tilia platyphyllos* Scop, and *Tilia tomentosa* Moench.) in Europe // Die Bodenkultur. 2009. Vol. 60, № 3. P. 9 – 19.

Singh S., Bhatia A., Tomer R., Kumar V., Singh B., Singh S. D. Synergistic action of tropospheric ozone and carbon dioxide on yield and nutritional quality of indian mustard (*Brassica juncea* (L.) Czern.) // Environmental Monitoring and Assessment. 2013. Vol. 185, № 8. P. 6517 – 6529.

Wahsha M., Bini C., Fontana S., Wahsha A., Zilioli D. Toxicity assessment of contaminated soils from a mining area in Northeast Italy by using lipid peroxidation assay // J. of Geochemical Exploration. 2012. Vol. 113. P. 112 – 117.

УДК 574.52+595.771

**СОСТАВ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИДОВ-ДВОЙНИКОВ
CHIRONOMUS MEIGEN, 1803 (DIPTERA, CHIRONOMIDAE)
В КУРШСКОМ ЗАЛИВЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ**

М. Ф. Маркиянова

*Атлантическое отделение Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН
Россия, 236022, Калининград, просп. Мира, 1
E-mail: markijanovamarina@gmail.com*

Поступила в редакцию 20.06.2014 г.

Состав и распространение видов-двойников *Chironomus* Meigen, 1803 (Diptera, Chironomidae) в Куршском заливе Балтийского моря. – Маркиянова М. Ф. – Изучен видовой состав *Chironomus* в Куршском заливе. Показано, что здесь обитают три вида-двойника группы *plumosus*: *Ch. plumosus*, *Ch. balatonicus*, *Ch. muratensis*, а также межвидовой гибрид первого поколения *Ch. muratensis* × *Ch. plumosus*. Частота встречаемости *Ch. plumosus* в заливе составила 87%, *Ch. balatonicus* – 19%, *Ch. muratensis* × *Ch. plumosus* – 6%, *Ch. muratensis* – 3%. Вид *Ch. plumosus* отмечен во всех районах (южном, центральном и северном), *Ch. balatonicus* встречается только в северном районе от поселка Юодкранте до г. Клайпеды. Предположительно, распространение видов-двойников обусловлено присутствующим в заливе градиентом солёности.

Ключевые слова: Куршский залив, распространение, градиент солёности, виды-двойники группы *plumosus*, межвидовой гибрид *Ch. muratensis* × *Ch. plumosus*.

Composition and distribution of the sibling species of *Chironomus* Meigen, 1803 (Diptera, Chironomidae) in the Curonian Lagoon of the Baltic Sea. – Markiyanova M. F. – The specific composition of *Chironomus* in the Curonian Lagoon was studied. Three sibling species of the *plumosus* group have been shown to live there, namely: *Ch. plumosus*, *Ch. balatonicus*, *Ch. muratensis*, and a first-generation interspecific hybrid *Ch. muratensis* × *Ch. plumosus*. The occurrence frequency was 87, 19, 6, and 3% for *Ch. plumosus*, *Ch. balatonicus*, *Ch. muratensis* × *Ch. plumosus*, and *Ch. muratensis*, respectively. *Ch. plumosus* was found in all the regions (southern, central, and northern), whilst *Ch. balatonicus* was only found in the northern region, from the Juodkrantė settlement to the city of Klaipėda. Supposedly, the distribution of these sibling species is due to the presence of a salinity gradient in the Lagoon.

Key words: Curonian Lagoon, distribution, salinity gradient, sibling species of the *plumosus* group, interspecific hybrid *Ch. muratensis* × *Ch. plumosus*.

ВВЕДЕНИЕ

Применение кариологического анализа позволило выявить в структуре *Chironomus* группы видов-двойников (группа *plumosus*, группа *decorus*, группа *obtusidens* и др.), а последующие описание всех жизненных стадий этих видов изменило систематику рода (Кикнадзе и др., 1991; Шобанов и др., 1996). К настоящему времени проведены многочисленные цитогенетические исследования природных популяций видов-двойников, по результатам которых описаны их кариофонды, вскрыты возможные пути видообразования за счет фиксации инверсий и транслокаций (Кикнадзе и др., 1996).

Сложность видовой идентификации личинок *Chironomus*, обусловленная необходимостью анализа не только морфологии, но и кариотипа, приводит к тому,

что при изучении бентосных сообществ их определяют либо только до рода, либо до вида, но, используя устаревшую систематику группы, приводят невалидные названия. В результате недостаточно изучен видовой состав донных сообществ и особенности биологии и экологии многих массовых видов-двойников хирономид.

Несмотря на значительную роль личинок *Chironomus* в бентосе Куршского залива, специального исследования видового состава данной группы с применением кариологического метода не проводили (Оленин, 1987; Рудинская, 2004). Некоторые сведения о видах *Chironomus*, обитающих в заливе, содержатся в цитогенетических работах, посвященных изучению карионидов видов-двойников группы *plumosus*. Так, все личинки *Chironomus*, обитающие в южной части залива (Россия), идентифицированы по кариотипу как *Chironomus plumosus* (Linnaeus), 1758 (Макимова, 1980; Маркиянова, 2009). В работах, проведенных в другой части залива, – на территории Литвы (центральный и северный районы), указаны два вида: *Ch. plumosus* (дата сбора 1986 г.) и вид-двойник *Chironomus balatonicus* Devai, Wuelker et Scholl, 1983 (дата сбора 1988 г.) (Кикнадзе, Сиирин, 1991; Голыгина и др., 1996). Отсутствие информации о локализации станций отбора проб в этой части залива не позволяет установить, обитают ли оба вида здесь совместно или за небольшой отрезок времени (с 1986 по 1988 г.) произошло замещение одного вида другим.

Цель данного исследования – уточнить сведения о видовом составе хирономид рода *Chironomus* и изучить распространение видов-двойников группы *plumosus* в акватории Куршского залива.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Куршский залив расположен на восточном побережье Балтийского моря. Площадь залива составляет 1584 км². Средняя глубина 3.8 м, наибольшая в южной части 5.8 м. Клайпедский пролив искусственно углублен до 20 м. По особенностям гидрологии и седиментации водоём делится на 3 района: южный, центральный и северный, с акваторией Клайпедского пролива (Науменко и др., 2004). Водный баланс залива в наибольшей степени определяется пресноводным стоком, преимущественно р. Неман. Водообмен с морем играет меньшую роль, но существенно определяет гидрологический режим северной и центральной частей залива. Система течений залива складывается под воздействием речного стока, ветра, притока соленых вод, рельефа дна и конфигурации береговой линии (Науменко и др., 2004).

В южной части залива преобладают илы, в северной и центральной эти осадки распространены в наиболее углубленных участках дна, спокойных в гидродинамическом отношении. Илистый песок занимает практически все дно северной и центральной частей залива. Песок тянется узкой полосой вдоль всего остального побережья залива. Позднечетвертичные отложения (торф, моренный материал) обнажаются в центральной и южной. Ракушечник отмечен в микропонижениях рельефа дна (Гуделис, 1959).

Куршский залив – полужамкнутый водоём лагунного типа с преобладающим влиянием пресноводного стока (рис. 1). По уровню минерализации и изменению

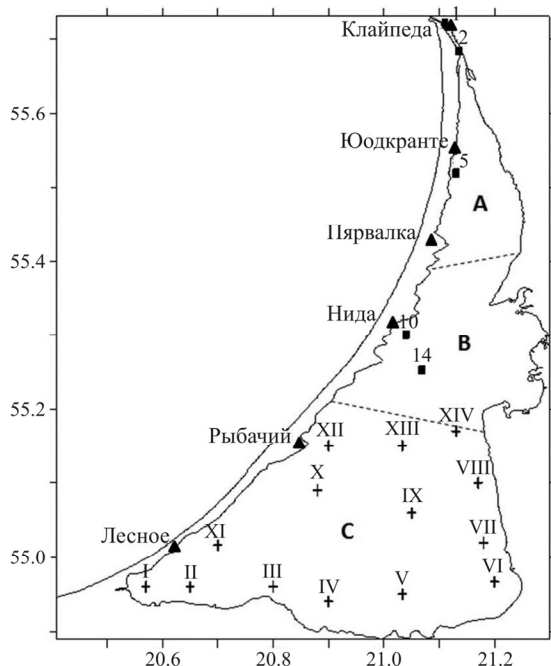


Рис. 1. Схема станций отбора проб в Куршском заливе: 1, 2, 5, 10, 14 – станции пробоотбора в северном и центральном районах залива (Литва); I – XIV – станции пробоотбора в южном районе залива (Россия); А – северный район, В – центральный район, С – южный район

чением расстояния от Клайпедского пролива до центральной части залива, и вертикальный, который составляет в среднем 0.2‰ на метр глубины (табл. 1).

ионного состава воды его можно разделить на два участка: первый охватывает южный и центральный районы до Прейлы, второй – северный, от Прейлы до Клайпедского пролива (Червинскас, 1959). В первом участке залива средняя многолетняя солёность составляет 0.04‰. Она мало изменяется в отдельные сезоны и годы. Второй участок имеет динамичный солёностный режим, так как подвержен влиянию Балтийского моря. В этом районе солёность значительно изменяется по сезонам, достигая максимальных значений осенью (интрузии морской воды) и минимальных весной (сток р. Неман) (Dailidienė, Davulienė, 2007). Так, например, в районе пос. Юодкранте средняя многолетняя солёность весной составляет 0.54‰, летом она возрастает до 1.44‰, осенью достигает 1.89‰ и снижается зимой до 0.90‰. Присутствует горизонтальный солёностный градиент: солёность уменьшается с увели-

Таблица 1
Вертикальное распределение средней солёности по станциям в Куршском заливе в 1997 – 2002 гг. (Dailidienė, Davulienė, 2007)

Станция	Глубина, м	Число измерений	Солёность, ‰	Градиент, ‰ м ⁻¹
1	0.0	71	2.70	0.22
1	10.3	55	5.11	–
2	0.0	71	2.36	0.24
2	10.4	50	4.56	–
3	0.0	85	1.99	0.23
3	8.9	57	3.72	–
5	0.0	49	1.36	0.20
5	2.5	22	1.89	–
8	0.0	29	0.33	0.16
8	1.8	16	0.62	–

СОСТАВ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИДОВ-ДВОЙНИКОВ *CHIRONOMUS*

Материал для исследования в южном районе был собран автором статьи в ходе мониторинговых работ на судне АтлантНИРО, в центральном и северном районах – сотрудниками Центра морских исследований Министерства окружающей среды Литвы. Карта станций пробоотбора представлена на рис. 1, объем собранного материала – в табл. 2. На месте сбора личинок фиксировали в смеси 96%-ного этилового спирта и ледяной уксусной кислоты (3:1). Далее материал анализировали в лаборатории.

Таблица 2

Объем материала исследования		
Район Куршского залива	Дата сбора	Количество исследованных кариотипов
Южный	Май 1998 г.	108
	Июнь 2005 г.	57
Центральный	Май 2008 г.	31
	Май 2009 г.	10
Северный	Май 2008 г.	38
	Май 2009 г.	10
Всего		254

Видовую идентификацию личинок проводили с использованием кариологического метода. Для анализа готовили давленные препараты политенных хромосом из слюнных желез личинок хирономид IV возраста по этил-орсеиновой методике (Демин, Шобанов, 1990). Полученные кариотипы анализировали с использованием стандартных видовых цитофотокарт (Кикнадзе и др., 1991). Всего было изучено 254 кариотипа.

В работе были использованы следующие показатели: частота встречаемости – это доля проб, в которых присутствует вид, от их общего числа; относительная численность – это доля особей вида в выборке на станции.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение видового состава *Chironomus* в Куршском заливе показало, что здесь обитают три вида-двойника группы *plumosus*: *Ch. plumosus*, *Ch. balatonicus* и *Chironomus muratensis* Ryser, Scholl et Wuelker, 1983 и межвидовой гибрид первого поколения *Ch. muratensis* × *Ch. plumosus*.

В ряде цитогенетических работ имеются сведения о том, что в заливе встречаются только *Ch. plumosus* и *Ch. balatonicus* (Максимова, 1980; Кикнадзе, Сиирин, 1991; Маркиянова, 2009). Вид-двойник *Ch. muratensis* и межвидовой гибрид *Ch. muratensis* × *Ch. plumosus* зарегистрированы в заливе впервые.

Частота встречаемости (1998 – 2009 гг.) *Ch. plumosus* в заливе составила 87%, *Ch. balatonicus* – 19%, межвидового гибрида *Ch. muratensis* × *Ch. plumosus* – 6%, *Ch. muratensis* – 3%. Низкая встречаемость *Ch. muratensis* (одна особь на станции № 14 в 2009 г.) указывает на то, что данный вид в составе таксоценоза хирономид Куршского залива относится к категории случайных. Полагаем, что *Ch. muratensis*

не обитает в Куршском заливе постоянно, а заселяется временно из близлежащих водоёмов, которые расположены в дельте р. Неман, впадающей в залив. Могут мигрировать не только взрослые комары *Ch. Muratensis*; они, обладая хорошими летными качествами, способны преодолевать расстояния до нескольких километров и откладывать яйца в соседние водоёмы, но и личинки I – II возраста, которые на этой стадии ведут планктонный образ жизни и могут, пассивно дрейфуя по течению, попадать в залив по впадающим рекам (Алексеевнина и др., 1983).

Несмотря на филогенетическую близость видов-двойников группы *plumosus*, гибридизация между ними в природе происходит довольно редко и описано всего около 8 различных вариантов таких гибридов (Большаков, 2013; Golygina et al., 2009). В Куршском заливе межвидовой гибрид первого поколения *Ch. muratensis* × *Ch. plumosus* был найден нами на станции № 5 (район пос. Юодкранте) по одному экземпляру в пробе в 2008 г. и в 2009 г. На этой станции относительная численность личинок *Ch. plumosus* в пробе составила около 48%, а личинки *Ch. muratensis* отсутствовали. Межвидовой гибрид *Ch. muratensis* × *Ch. plumosus* был обнаружен также в Рыбинском водохранилище на станции в устье р. Сёбла, но в данном случае оба вида-двойника обитают совместно (Большаков, 2013). Известно, что спаривание имаго хирономид возможно только при роении, следовательно, межвидовая гибридизация может происходить, когда одновременно роятся имаго двух видов (*Ch. plumosus* и *Ch. muratensis*) и они образуют смешанный рой, либо на одном месте и на одной высоте, либо на одном месте, но на разных высотах (Шилова, 1976). Предположительно, самки одного из видов (*Ch. plumosus* или *Ch. muratensis*) ошибочно влетают в рой самцов другого вида и спариваются с ними. Как правило, рой комаров образуют тысячи особей, следовательно, каждый из видов должен обладать достаточной численностью в месте обитания и, если *Ch. plumosus* – это массовый вид в большей части залива, то *Ch. muratensis* встречается здесь единично, а на станции № 5 вообще отсутствует. Возможно, *Ch. muratensis* обитает в каком-либо близлежащем водоёме и достигает в нем высокой численности, а роение происходит в одном месте и в одно время с *Ch. plumosus*.

Исследование распространения двух наиболее часто встречающихся видов-двойников по акватории залива на основе относительной численности особей вида в пробе показало, что *Ch. plumosus* присутствует во всех районах: южном, центральном и северном (до пос. Юодкранте, станция № 5 включительно) (табл. 3, рис. 2). *Ch. balatonicus* встречается только в северном районе от пос. Юодкранте (станция № 5) до г. Клайпеда (станция № 1) (см. табл. 3, рис. 2). Возможность существования организма в каком-либо местообитании определяют лимитирующие факторы, выделение которых основано на всестороннем анализе среды обитания и изучении физиологических адаптаций. Необходимых сведений по биологии и экологии видов-двойников недостаточно, некоторые из них устарели. Например, экофизиологические данные по *Ch. plumosus*, которые были полученные до 1983 г., т.е. до описания видов-двойников, относятся ко всей группе видов *plumosus* (Алексеевнина и др., 1983). Эксперименты по влиянию абиотических факторов на личинок видов-двойников *Chironomus* также немногочисленны (Виноградов, Шобанов,

СОСТАВ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИДОВ-ДВОЙНИКОВ *CHIRONOMUS*

1990; Шобанов, Павлова, 1994). Куршский залив, в котором обитают *Ch. plumosus*, *Ch. balatonicus*, – это бесприливная эстуарная экосистема с выраженным плавным градиентом солёности. В подобных геосистемах солёность считают одним из основных факторов, определяющих распределение организмов (Хлебович, 1974, 2012). Исходя из этого можно предположить, что распространение видов-двойников в заливе обусловлено присутствующим здесь градиентом солёности. Так, *Ch. plumosus* обитает в той части залива, где средняя многолетняя солёность вод изменяется от 0.04‰ (южный район) до 1.89‰ (северный район, около пос. Юодкранте) (см. табл. 1). В Клайпедском проливе, где солёность возрастает до 4.56 – 5.11‰, *Ch. plumosus* уже отсутствует.

Таблица 3

Относительная численность видов-двойников рода *Chironomus* в Куршском заливе
в 1998 – 2009 гг., %

Вид	Относительная численность, %											
	Южный район			Центральный район						Северный район		
	Станции 1 – 14			Станция 10			Станция 14			Станция 5		
	1998	2005	Среднее	2008	2009	Среднее	2008	2009	Среднее	2008	2009	Среднее
<i>Ch. plumosus</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	56	40	48
<i>Ch. balatonicus</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	44	60	52

В ходе эксперимента по изучению влияния солёности на выживаемость личинок *Ch. plumosus* из южного района Куршского залива был определен резистентный солёностный диапазон, который очень близок к диапазону солёности в районе его обитания в заливе и составляет 0.1 – 1.7‰ (Маркиянова, Ежова, 2013). На основании натуральных и экспериментальных данных можно предположить, что одним из основных факторов, лимитирующих распространение *Ch. plumosus* дальше на север, в район Клайпедского пролива, является возрастающая солёность.

Личинки *Ch. balatonicus* обитают только в солоноватоводном северном районе залива (от пос. Юодкранте до г. Клайпеда) в диапазоне солёности 1.89 – 5.11‰ (см. табл. 3, рис. 2). В исследованной пресноводной части залива от пос. Лесное (Россия) до пос. Нида (Литва) они отсутствуют, вероятно, это обусловлено тем, что здесь солёность (0.04 – 0.07‰) выходит за пределы благоприятного для жизни *Ch. balatonicus* солёностного диапазона, который составляет 2 – 8.7‰ (Маркиянова, Ежова, 2013). Однако в литературе имеются многочисленные сведения о том, что *Ch. balatonicus* преимущественно встречается в различных пресных водоёмах и часто совместно с *Ch. plumosus* и *Ch. muratensis* (Белянина, Логинова, 1993; Голыгина и др., 1996). Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что личинки *Ch. balatonicus* способны обитать в пресных водах только с солёностью более 0.07‰. Так как участок Куршского залива (район пос. Пярвалка), где пресная вода имеет более высокое общее содержание солей (до 0.6‰), в данной работе

остался не исследованным, то можно предположить, что *Ch. balatonicus* обитает и здесь. Для уточнения распространения *Ch. balatonicus* в центральной части залива

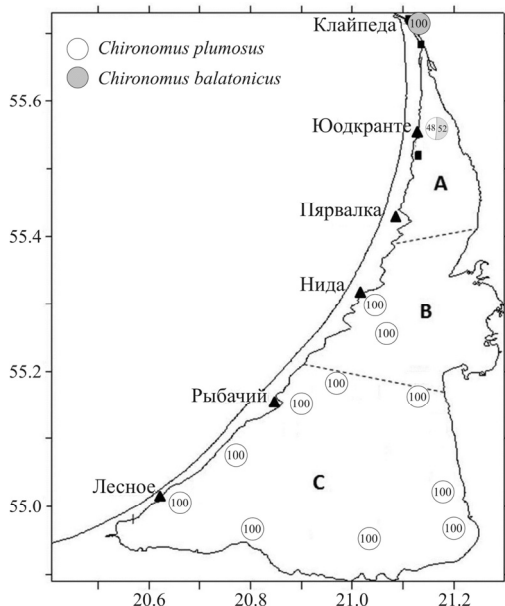


Рис. 2. Распространение и относительная численность (%) видов-двойников в Куршском заливе: А – северный район, В – центральный район, С – южный район

необходимы дополнительные исследования.

Редко встречающийся в заливе *Ch. muratensis* отмечен только в центральном пресноводном районе и отсутствует в других районах залива. Известно, что этот вид живет преимущественно в пресных водоёмах различного типа (Белянина, Логинова, 1993; Голыгина и др., 1996). Также имеются сведения об обитании *Ch. muratensis* в солоноватых водах озера Деед-Хулсун и Чограйского водохранилища (республика Калмыкия) (Никитенко, 2014).

Наряду с солёностью на распространение видов-двойников в заливе может оказывать влияние ионный состав воды (Виноградов, 2000; Хлебович, 2012). Было показано, что виды *Chironomus* обитают в водах с концентрацией солей специфичной для каждого из них, что обусловлено видовой особенностью натриевого обмена и способностью к ионной

регуляции (Виноградов, Шобанов, 1990; Шобанов, Павлова, 1994).

ВЫВОДЫ

1. В Куршском заливе обитают три вида-двойника: *Ch. plumosus*, *Ch. balatonicus*, *Ch. muratensis* и гибрид *Ch. muratensis* × *Ch. plumosus*.
2. Частота встречаемости *Ch. plumosus* в заливе составила 87%, *Ch. balatonicus* – 19%, *Ch. muratensis* × *Ch. plumosus* – 6%, *Ch. muratensis* – 3%.
3. *Ch. plumosus* обитает в южном, центральном и северном (до пос. Юодкранте) районах залива; *Ch. balatonicus* – в северном районе от пос. Юодкранте (станция № 5) до г. Клайпеда (станция № 1).

Автор благодарит за помощь в сборе материала Л. В. Рудинскую (АтлантНИРО, г. Калининград) и Э. Шюпинене (Центр морских исследований Министерства окружающей среды Литвы).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеевнина М. С., Баканов А. И., Бородич Н. Д., Павлова М. В., Пастухова Е. В., Соколова Н. Ю. Пространственное распределение и миграции личинок // Мотыль *Chironomus plumosus* L. Систематика, морфология, экология, продукция. М. : Наука. 1983. С. 189 – 201.

СОСТАВ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИДОВ-ДВОЙНИКОВ *CHIRONOMUS*

Белянина С. И., Логинова Н. В. Кадастр порядков дисков в политенных хромосомах видов *Chironomus* группы *plumosus*. I. Кариофонд *Chironomus balatonicus* // Цитология. 1993. Т. 35, № 4. С. 87 – 91.

Большаков В. В. Адаптивная роль хромосомных инверсий у личинок рода *Chironomus* (Diptera, Chironomidae) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок, 2013. 27 с.

Виноградов Г. А. Процессы ионной регуляции у беспозвоночных и рыб. М. : Наука, 2000. 216 с.

Виноградов Г. А., Шобанов Н. А. Особенности натриевого обмена личинок рода *Chironomus* при различных соленостях и pH среды // Журн. эволюционной биохимии и физиологии. 1990. Т. 26, № 3. С. 308 – 315.

Голыгина В. В., Истомина А. Г., Ракишьева А. Ж., Кикнадзе И. И. Новые последовательности дисков политенных хромосом в кариофонде хирономиды *Chironomus balatonicus* // Цитология. 1996. Т. 38, № 8. С. 869 – 883.

Гуделис В. Геологические и физико-географические условия залива Куршю марес // Куршю Марес : итоги комплексного исследования. Вильнюс : Изд-во АН Литовской ССР, 1959. С. 7 – 47.

Демин С. Ю., Шобанов Н. А. Кариотип комара *Chironomus entis* из группы *plumosus* в Европейской части СССР // Цитология. 1990. Т. 32, № 10. С. 1046 – 1054.

Кикнадзе И. И., Сиурин М. Т. Полиморфизм прицентромерного гетерохроматина у комара-хирономуса *Chironomus plumosus* // Цитология. 1991. Т. 33, № 3. С. 60 – 67.

Кикнадзе И. И., Шилова А. И., Керкис И. Е., Шобанов Н. А., Зеленцов Н. И., Гребенюк Л. П., Истомина А. Г., Прасолов В. А. Кариотипы и морфология личинок трибы Chironomini. Атлас. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1991. 115 с.

Кикнадзе И. И., Истомина А. Г., Гундерина Л. И., Салова Т. А., Айманова К. Г., Саввинов Д. Д. Кариофонды хирономид криолитозоны Якутии : Триба Chironomini. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1996. 166 с.

Максимова Ф. Л. Инверсионный полиморфизм природных популяций *Chironomus plumosus* L. // Новые данные по кариосистематике двукрылых насекомых. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1980. С. 31 – 39.

Маркиянова М. Ф. Цитогенетическая структура популяции *Chironomus plumosus* (L.) (Diptera : Chironomidae) Куршского залива Балтийского моря в связи с изменением его трофического статуса // Биология внутренних вод. 2009. № 4. С. 44 – 47.

Маркиянова М. Ф., Ежова Е. Е. Соленостная устойчивость личинок видов двойников *Chironomus balatonicus* Dévai et al. и *Chironomus plumosus* (L.) (Diptera : Chironomidae) // Тр. ЗИН РАН. 2013. Приложение № 3. С. 144 – 151.

Науменко Е. Н., Сенин Ю. М., Смыслов В. А. Общая характеристика Куршского залива // Закономерности гидрологического режима водоемов различного типа. М. : Научный мир, 2004. С. 15 – 17.

Никитенко Е. В. Макрозообентос водоемов долины восточного Маныча : дис. ... канд. биол. наук. Борок, 2014. 189 с.

Оленин С. Н. Зообентос в Куршском заливе по результатам биологического мониторинга в 1980 – 1984 гг. // Химия и биология морей : сб. ст. М. : Гидрометеиздат. Моск. отд-ние, 1987. С. 175 – 191.

Рудинская Л. В. Макрозообентос Куршского залива // Закономерности гидрологического режима водоемов различного типа. М. : Научный мир, 2004. С. 129 – 135.

Суставов Ю. В. Гидрологические условия // Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. Л. : Гидрометеиздат, 1985. Т. 1, вып. 3. С. 47 – 49.

Хлебович В. В. Критическая соленость биологических процессов. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1974. 236 с.

Хлебович В. В. Экология особи (очерки фенотипических адаптаций животных) / Зоол. ин-т РАН. СПб., 2012. 143 с.

Червинскас Э. Основные черты гидрологического режима // Куршю Марес : итоги комплексного исследования. Вильнюс : Изд-во АН Литовской ССР, 1959. С. 47 – 69.

Шилова А. И. Хирономиды Рыбинского водохранилища. М. : Наука, 1976. С. 75 – 79.

Шобанов Н. А., Павлова К. П. Распространение видов рода *Chironomus* Meig. (Diptera, Chironomidae) в районе Дарвинского заповедника в связи с гидрохимическим режимом водоемов // Экология. 1994. № 1. С. 28 – 35.

Шобанов Н. А., Шилова А. И., Белянина С. И. Объем и структура рода *Chironomus* (Diptera, Chironomidae) : обзор мировой фауны // Экология, эволюция и систематика хирономид / Ин-т экологии Волж. бассейна РАН. Тольятти, 1996. С. 44 – 96.

Dailidienė I., Davulienė L. Long-term mean salinity in the Curonian Lagoon in 1993 – 2005 // Acta Zool. Lituanica. 2007. Vol. 17, № 2. P. 172 – 181.

Golygina V. V., Istomina A. G., Kiknadze I. I. Interspecific hybridization between sibling species of *Chironomus plumosus* group (Diptera : Chironomidae) // XVII Intern. Symposium on Chironomidae / Nankai University. Tianjin, China, 2009. P. 23 – 24.

УДК 574.583(470.43)

**ЗООПЛАНКТОН УРБАНИЗИРОВАННОГО ВОДОЁМА И ФАКТОРЫ,
ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЕГО РАЗВИТИЕ**
(на примере озера Большое Васильевское, г. Тольятти, Самарская область)

**О. В. Мухортова¹, С. Э. Болотов², Н. Г. Тарасова¹, С. В. Быкова¹,
М. В. Уманская¹, М. Ю. Горбунов¹, Е. С. Краснова¹,
Е. С. Кривина¹, Т. Н. Буркова¹**

¹ *Институт экологии Волжского бассейна РАН
Россия, 445003, Тольятти, Комзина, 10*

² *Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
Россия, 152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок
E-mail: muhortova-o@mail.ru*

Поступила в редакцию 06.08.2014 г.

Зоопланктон урбанизированного водоёма и факторы, определяющие его развитие (на примере озера Большое Васильевское, г. Тольятти, Самарская область). – Мухортова О. В., Болотов С. Э., Тарасова Н. Г., Быкова С. В., Уманская М. В., Горбунов М. Ю., Краснова Е. С., Кривина Е. С., Буркова Т. Н. – Зоопланктон антропогенно эвтрофированного озера Большое Васильевское относительно беден видами. Сообщество гидробионтов в нем характеризуется низким удельным числом видов, невысокими величинами численности, биомассы и продукции зоопланктона. Основу его состава образуют виды-эврибионты, индикаторы высокой степени органического загрязнения. Сравнительный анализ количественных показателей развития зоопланктона на разных станциях позволяет сделать заключение о его однородности на всей акватории водоёма в течение всего периода открытой воды. Только в зимний период состав зоопланктона заметно отличался от такового для прочих сезонов. Оценка межаттракторных расстояний хаотических центров аттракторов демонстрирует определенные различия между станциями и относительную экологическую специфичность локального сообщества зоопланктона станции 1, подверженной влиянию промышленных стоков, и отличающегося более выраженной хаотической динамикой. В условиях преобладания в составе фитопланктона непригодных в качестве пищи и токсичных видов фитопланктона наиболее важными факторами для развития зоопланктона в озере выступают жесткость воды, биомассы бактерий и инфузорий.

Ключевые слова: зоопланктон, озеро, численность, биомасса, гипертрофное озеро.

Zooplankton of an urbanized water body and the factors determining its development (a case study on the Bolshoye Vasilyevskoye Lake, Togliatti City, Samara region). – Mukhortova O. V., Bolotov S. E., Tarasova N. G., Bykova S. V., Umanskaya M. V., Gorbunov M. Yu., Krasnova E. S., Krivina E. S., and Burkova T. N. – The zooplankton of the anthropogenically eutrophied Bolshoye Vasilyevskoye Lake is poor in taxa. The community of hydrobionts in the lake is characterized by a low specific number of species, low indices of abundance, biomass and zooplankton production. Its base includes eurybiont species, which are indicators of high levels of organic pollution. Our comparative analysis of some quantitative indicators of zooplankton development at various stages provides making a conclusion of its uniformity over the whole surface area of the reservoir during the navigation season. Significant differences in the zooplankton community structure were observed only during the winter period (relative to the other seasons). Our evaluation of the interattractor distances (between chaotic attractor centers) shows certain differences between the stations and relative ecological specificity of the local zooplankton community at Station 1, influenced by industrial waste waters and possessing more expressive chaotic dynamics. Water hardness, the biomasses of bacteria and ciliates appear to be the most important fac-

tors for zooplankton development in the lake under the conditions of predominance of «uneatable» and toxic phytoplankton species.

Key words: zooplankton, lake, abundance, biomass, eutrophic lake.

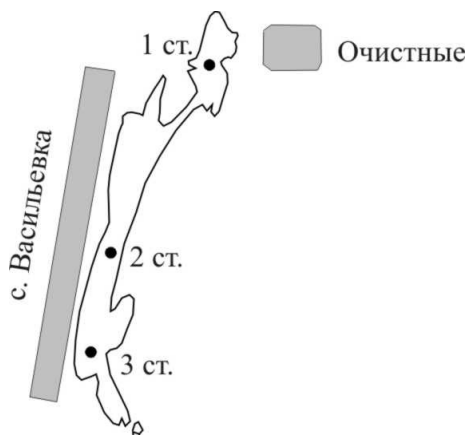
ВВЕДЕНИЕ

Водные объекты в условиях антропогенно измененного ландшафта испытывают значительную комплексную нагрузку. В них создаются условия, резко меняющиеся во времени и пространстве и обусловленные спецификой антропогенного воздействия на них. Важнейшим компонентом водной системы, принимающим участие в процессах трансформации органики, круговороте веществ и энергии являются организмы зоопланктона. Зоопланктёры-фильтраторы вносят заметный вклад в естественное самоочищение водоёмов, значение которого существенно возрастает в условиях повышения антропогенной нагрузки на водоём. Сообщество зоопланктона достаточно чутко реагирует на антропогенное изменение среды обитания, при этом меняются показатели его видового богатства, разнообразия, размерно-массовой структуры и доминирования (Одум, 1975; Лазарева, 2010).

Цель данной работы – оценить состояние сообщества зоопланктона в антропогенно эвтрофированном водоёме (на примере Большого Васильевского озера) и выявить биотические и абиотические факторы, определяющие его развитие с применением как традиционных экологических методов, так и современных методов математического анализа.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Каскад Васильевских озёр расположен в Ставропольском районе Самарской области с северо-восточной стороны г. Тольятти. Озеро Большое Васильевское находится в восточной части каскада. Оно имеет неправильную, вытянутую форму длиной около 3.22 км, шириной 0.30 км, максимальной глубиной 3 м, средней глубиной 1 м. Схема расположения станций



отбора проб показана на рис. 1. Водоём испытывает значительную антропогенную нагрузку от расположенных вблизи промышленных предприятий (по производству синтетического каучука, удобрений и цементного машиностроения), Тольяттинской ТЭЦ, очистных сооружений ВАЗа и ТОАЗа. Непосредственное влияние на озеро оказывают и расположенное на его берегах с. Васильевка (с населением более 3 тыс. человек), дачный массив и многочисленные отдыхающие.

Рис. 1. Карта-схема расположения станций отбора проб оз. Большое Васильевское

Первые комплексные исследования Большого Васильевского озера (изучение сезонной динамики и вертикального

распределения гидрохимических и гидробиологических параметров) проводились в конце 80-х – начале 90-х гг. XX в. Эти работы позволили оценить трофическое состояние озера в конце XX в. уже как гипертрофное (Тимохина, Комлева, 1999; Номоконова и др., 2001). Исследования были возобновлены авторами статьи после 22-летнего перерыва. Отбор материала проводили ежемесячно с июня по октябрь 2013 г. и в феврале 2014 г. в поверхностном и придонном горизонтах на трех станциях (см. рис. 1) при помощи батометра Рутнера. Пробы зоопланктона концентрировали, фильтруя воду через газ с размером ячеек 64 мкм, и фиксировали 4%-ным раствором формальдегида. Обработку проб зоопланктона осуществляли стандартными методами (Методика изучения..., 1975; Определитель зоопланктона..., 2010). Одновременно на тех же станциях определяли физико-химические показатели, основной химический состав воды, содержание биогенных элементов, концентрацию хлорофилла «а», численность и биомассу фито-, протозоо- (инфузории) и бактериопланктона.

Состояние зоопланктона оценивали по удельному числу видов, численности (тыс. экз./м³), биомассе (г/м³), продукции (кал/(м³×сут.)), показателям видового богатства, коэффициенту видового сходства Брея – Кертиса, индексу Шеннона, рассчитанному по численности и биомассе, индексу доминирования Бергера – Паркера, фаунистическому коэффициенту трофности и индексу сапробности. К доминирующим относили виды, численность и биомасса которых составляла 10 и более % от общей.

Расчеты ансамбля экологических параметров развития зоопланктона выполнены с применением модуля экологического анализа «FW-Zooplankton», разработанного в лаборатории экологии водных беспозвоночных ИБВВ РАН (Болотов, 2012). Многомерную ординацию сообществ зоопланктона в градиенте абиотических факторов среды проводили с помощью канонического анализа соответствий (ССА), а силу связи с факторами среды оценивали с помощью пермутационного теста Монте – Карло с 999 перестановками.

Для выявления экологических особенностей сообществ зоопланктона различных участков водоёма на основе теории хаоса-самоорганизации была выполнена идентификация параметров хаотических квазиаттракторов (Eskov et al., 2012; Болотов и др., 2014). Расчеты параметров хаотических квазиаттракторов поведения вектора состояния зоопланктоценозов выполнены в программе «Identity» (НИИ биофизики и нейрокибернетики Сургутского государственного университета, проф. В. М. Еськов), реализующей идентификацию параметров аттрактора поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве, предназначенной для исследования систем с хаотической организацией. Производили расчет координат граней, их длины (D_i) и объема m -мерного параллелепипеда (vX), ограничивающего квазиаттрактор, внутри которого варьировал вектор состояния зоопланктоценоза, а также показателя асимметрии (rX) между стохастическим и хаотическим центром квазиаттрактора. Количественная оценка меры близости (или удаленности) зоопланктоценозов в фазовом пространстве состояний дана на основе межаттракторных дистанций, рассчитанных как евклидово расстояние между стохастическими или хаотическими центрами квазиаттракторов сравниваемых сообществ зоопланктона.

Статистический анализ данных проводили с использованием пакетов программ Statistica 6.0, PAST 3.01, Canoco for Windows 4.5.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Абиотические показатели. Гидрофизические и гидрохимические параметры на разных станциях в оз. Большое Васильевское в период исследования существенно не различались (табл. 1).

Таблица 1

Гидрофизические, гидрохимические характеристики и содержание хлорофилла «а» оз. Большое Васильевское

Год / Месяц	$T_{\text{воды}}, ^\circ\text{C}$	pH	Eh	$\text{O}_2, \%$	Pt, мгР/л	N-NH_4 , мг/л	Хл а, мкг/л
2013 г.	VI	24.5	9.3	346.6	104.7	0.3	1.1
	VII	25.9	9.9	286.4	98.9	0.3	0.9
	IX	20.2	10.1	281.2	114.4	0.4	0.8
	X	9.6	9.3	297.5	107.6	0.3	0.4
2014 г.	II	1.4	7.2	390.5	0.3	—	—

Примечание. Pt – общий фосфор, прочерк – отсутствие данных.

В течение всего времени в озере наблюдались высокие концентрации хлорофилла «а», общего фосфора и низкая прозрачность. Трофический статус оз. Большое Васильевское в 2013 г. по этим трем показателям (см. табл. 1) является гипертрофным (Горбунов и др., 2014). По сравнению с 1991 г. (Номоконова и др., 2001), средняя концентрация хлорофилла в озере выросла почти втрое (с 86 до 199 мкг/л), а средняя прозрачность воды уменьшилась более чем вдвое (с 65 до 28 см), причем в период активного «цветения» в 2013 г. она была < 10 см. Кроме того, если в 1991 г. в оз. Большое Васильевское вода относилась к кальций-гидрокарбонатному, то в 2013 г. – к содовому (натрий-гидрокарбонатному) классу (Горбунов и др., 2014).

Значительное, хотя и кратковременное, влияние на химический состав воды оз. Большое Васильевское во время наблюдений оказывали аварийные сбросы очистных сооружений. Так, в июне 2013 г. минерализация воды на станциях 2 и 3 озера составляла 291 и 296 мг/л, а на станции 1, ближайшей к очистным сооружениям, – 723 мг/л, при значительно большем содержании хлоридов и щелочных металлов. Уже в июле эти различия нивелировались (Горбунов и др., 2014).

В 2013 г. вода в озере не соответствовала санитарным и экологическим нормам по целому ряду гидрохимических показателей: pH воды с июня по октябрь составляет 9.1 – 10.7, а в нескольких пробах была отмечена даже свободная гидроксильная щелочность; концентрация свободного аммиака, токсичного для большинства гидробионтов, в нескольких пробах достигала 1 мг/л или 25 ПДК, а в среднем составила 0.6 мг/л, т.е. 15 ПДК (Горбунов и др., 2014).

Видовой состав и количественное развитие зоопланктона. В результате проведенных исследований на оз. Большое Васильевское выявлено 76 видов зоопланктона. Из них Rotifera – 33 вида (43.4% от общего числа зарегистрированных

ЗООПЛАНКТОН УРБАНИЗИРОВАННОГО ВОДОЁМА

видов), Cladocera – 22 (28.9%), Cyclopoida – 19 (25%), Calanoida – 2 (2.6%). Наибольшим числом видов отличались Crustacea (43 вида или 56.6%) (табл. 2). Среднее удельное число видов гидробионтов, обнаруженных на трех станциях, было практически одинаковым (табл. 3).

Таблица 2

Видовой состав и встречаемость (P, %) зоопланктона оз. Большое Васильевское

№ п/п	Код вида	Вид	Станция			P, %
			1	2	3	
1	2	3	4	5	6	7
1	AspPri	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	+	+	60
2	BrAngul	<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	+	+	+	80
3	BrBen	<i>Brachionus bennini</i> Leissling, 1924	+	+	+	73
4	BrCal	<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1776	+	+	+	60
5	BrDiv	<i>Brachionus diversicornis</i> (Daday, 1883)	+	+	+	80
6	BrNil	<i>Brachionus nilsoni</i> Ahlstrom, 1940	+	+	+	40
7	BrPlic	<i>Brachionus plicatilis</i> O.F. Müller, 1786	+	+	+	40
8	BrQuadri	<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783	+	+	+	40
9	BrUrce	<i>Brachionus urceus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	27
10	EuDil	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	–	–	+	7
11	FilTerm	<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)	+	+	+	67
12	KerCoch	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+	+	47
13	KerIrreg	<i>Keratella irregularis</i> (Lauterborn, 1898)	+	+	+	47
14	KerQuad	<i>Keratella quadrata</i> (O.F. Müller, 1786)	+	+	+	47
15	KerSerr	<i>Keratella serrulata</i> (Ehrenberg, 1838)	+	+	+	27
16	KerTest	<i>Keratella testudo</i> (Ehrenberg, 1832)	+	+	–	13
17	LeBull	<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	+	+	+	27
18	LeCorn	<i>Lecane cornuta rotunda</i> (Fadeev, 1927)	–	+	–	7
19	LeLuna	<i>Lecane luna</i> (O.F. Müller, 1776)	–	+	–	13
20	LeLunar	<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	+	+	+	20
21	MytVent	<i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenberg, 1832)	–	–	+	7
22	PlatPatul	<i>Platylas patulus</i> (O.F. Müller, 1786)	–	–	+	7
23	PolDol	<i>Polyarthra dolichoptera</i> (Idelson, 1925)	+	+	–	13
24	TrBid	<i>Trichocerca (D.) bidens</i> (Lucks, 1912)	–	+	–	7
25	TrBra	<i>Trichocerca (D.) brachyura</i> (Gosse, 1851)	–	+	–	7
26	TrSim	<i>Trichocerca (D.) similis</i> (Wierzejski, 1893)	–	–	+	7
27	TrTen	<i>Trichocerca (D.) tenuior</i> (Gosse, 1886)	–	–	+	13
28	TrCap	<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski & Zacharias, 1893)	+	+	+	47
29	TrCyl	<i>Trichocerca cylindrica</i> (Imhof, 1891)	–	+	+	20
30	TrElon	<i>Trichocerca elongata</i> (Gosse, 1886)	+	+	+	40
31	TrLong	<i>Trichocerca longiseta</i> (Schränk, 1802)	–	–	+	7
32	TrRat	<i>Trichocerca rattus</i> (O.F. Müller, 1776)	–	+	+	13
33	TrSyil	<i>Trichocerca stylata</i> (Gosse, 1851)	–	+	+	13
34	AlonQuad	<i>Alona quadrangularis</i> (O.F. Müller, 1875)	–	+	+	13
35	AlonExc	<i>Alonella excisa</i> (Fischer, 1854)	+	–	+	13
36	AlonNan	<i>Alonella nana</i> (Baird, 1850)	–	–	+	7
37	BosLong	<i>Bosmina (B.) longirostris</i> (O.F. Müller, 1785)	–	–	+	7
38	BosCor	<i>Bosmina (E.) coregoni</i> Baird, 1857	+	+	+	27
39	BosCrass	<i>Bosmina (E.) crassicornis</i> Lilljeborg, 1887	+	+	+	20
40	BosLogis	<i>Bosmina (E.) longispina</i> Leydig, 1860	+	–	+	20
41	CerPulch	<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862	+	–	–	7
42	CerQuad	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F. Müller, 1785)	–	–	+	7

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
43	<i>CerRet</i>	CLADOCERA	<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine, 1820)	+	—	—	7
44	<i>ChyGibb</i>		<i>Chydorus gibbus</i> Sars, 1891	+	—	—	7
45	<i>ChySph</i>		<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller, 1785)	+	+	+	67
46	<i>DaphCuc</i>		<i>Daphnia cucullata</i> Sars, 1862	+	—	+	20
47	<i>DaphGal</i>		<i>Daphnia galeata</i> Sars, 1864	+	+	+	33
48	<i>DiapMong</i>		<i>Diaphanosoma mongolianum</i> Uéno, 1938	—	—	+	7
49	<i>KurLat</i>		<i>Kurzia latissima</i> (Kurz, 1875)	—	—	+	7
50	<i>LepKind</i>		<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	—	+	+	13
51	<i>MoiBra</i>		<i>Moina brachiata</i> (Jurine, 1820)	+	+	+	40
52	<i>MoiMac</i>		<i>Moina macrocopa</i> (Straus, 1820)	+	+	+	53
53	<i>MonDisp</i>		<i>Monospilus dispar</i> Sars, 1862	+	+	—	13
54	<i>PchGlob</i>		<i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird, 1843)	—	+	+	13
55	<i>ScaphMuc</i>		<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	+	33
56	<i>AcVen</i>	COPEPODA	<i>Acanthocyclops venustus</i> (Norman et Scott, 1906)	-	-	+	7
57	<i>AcVer</i>		<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fischer, 1853)	+	+	+	40
58	<i>CrypBicol</i>		<i>Cryptocyclops bicolor</i> (Sars, 1863)	+	+	+	27
59	<i>CycSrt</i>		<i>Cyclops strenuus</i> Fischer, 1851	—	+	—	7
60	<i>CycVic</i>		<i>Cyclops vicinus</i> Uljanin, 1875	+	+	—	13
61	<i>DiaBicu</i>		<i>Diacyclops bicuspidatus</i> (Claus, 1857)	+	—	—	7
62	<i>DiaLang</i>		<i>Diacyclops languidoides</i> (Lilljeborg, 1901)	+	—	—	7
63	<i>EuMacr</i>		<i>Eucyclops macruoides</i> (Lilljeborg, 1901)	+	+	+	40
64	<i>EuMac</i>		<i>Eucyclops macrurus</i> (Sars, 1863)	+	+	+	47
65	<i>EuSerr</i>		<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	+	+	+	60
66	<i>MegGig</i>		<i>Megacyclops gigas</i> (Claus, 1857)	—	—	+	7
67	<i>MegVirid</i>		<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)	+	—	+	20
68	<i>MetaGrac</i>		<i>Metacyclops gracilis</i> (Lilljeborg, 1853)	+	+	+	67
69	<i>MesLeu</i>		<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	+	+	+	60
70	<i>MicroVar</i>		<i>Microcyclops varicans</i> (Sars, 1863)	+	+	+	73
71	<i>ParacAff</i>		<i>Paracyclops affinis</i> (Sars, 1863)	+	—	+	13
72	<i>ParacFimb</i>		<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer, 1853)	+	—	—	20
73	<i>ThermDyb</i>		<i>Thermocyclops dybowskii</i> (Lande, 1890)	+	—	—	7
74	<i>ThermOith</i>		<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars, 1863)	+	+	+	73
75	<i>EuGra</i>		<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars, 1863)	+	+	+	20
76	<i>EuGrads</i>		<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljeborg, 1888)	+	+	+	20
77	<i>CopCal</i>		Copepodit Calanoida	+	+	+	60
78	<i>CopCyc</i>		Copepodit Cyclopoida	+	+	+	100
79	<i>NaupCal</i>		Nauplii Calanoida	+	+	+	73
80	<i>NaupCyc</i>		Nauplii Cyclopoida	+	+	+	100

В период исследования в планктоне озера встречались типично теплолюбивые эвритопные виды, которые являются обычными для мезотрофных или умерено эвтрофных водоёмов (Лазарева, 2010; Ривьер, 2012; Столбунова, 2006). В феврале, кроме них, регистрировались и холодолюбивые виды, такие как *Eudiaptomus gracilis* и *E. graciloides*, которые были встречены в озере только в подледный период, в весенних пробах (середина мая) их не было. Известно, что при низких температурах (1 – 3°C) и в присутствии кислорода диаптомусы размножаются и медленно растут всю зиму, а весной показатели их количественного развития достигают максимума (Салахутдинова, 2003; Ривьер, 2012). Возможно, их отсутствие в составе зоопланктона в ранневесенний период связано с тем, что перед освобож-

ЗООПЛАНКТОН УРБАНИЗИРОВАННОГО ВОДОЁМА

дением водоёма ото льда (конец марта) содержание кислорода в нем было очень низким (0.5%). Кроме того, только зимой в озере встречался типично эвритермный вид *Daphnia cucullata*. Он является фильтратором, и его отсутствие в водоёме в летний период связано с активным «цветением» озера практически в течение всего периода открытой воды: крупные колонии цианопрокариот не могут быть использованы данным видом в качестве пищевого объекта. Несмотря на то, что синезеленые водоросли преобладают в составе фитопланктона и зимой, показатели их количественного развития в это время значительно ниже, следовательно, и колонии значительно меньше. Это подтверждает предположение (Горлачёв, 1972; Николаев, 1977) о том, что в антропогенно эвтрофированном водоёме пищевой фактор оказывает большее влияние на развитие гидробионтов, чем температурный.

Таблица 3

Статистические характеристики основных экологических параметров
развития зоопланктона оз. Большое Васильевское

Показатель	Станция		
	1	2	3
Удельное число видов, шт.*	<u>18.4±1.3</u> 14.8–22.0	<u>17.0±2.4</u> 10.5–23.5	<u>15.1±1.6</u> 10.7–19.4
Численность, тыс. экз./м ³	<u>266.4±49.2</u> 129.8–402.9	<u>192.2±38.8</u> 84.4–300.0	<u>162.4±25.8</u> 90.9–233.9
Биомасса, г/м ³	<u>1.2±0.4</u> 0.2–2.2	<u>0.7±0.2</u> 0.1–1.2	<u>0.8±0.2</u> 0.3–1.32
Суточная продукция, кал/(м ³ ×сут.)	<u>57.7±33.3</u> 34.7–150.2	<u>53.7±7.3</u> 33.6–73.9	<u>45.1±13.1</u> 8.8–81.3
Индекс сапробности Пантле – Букк	<u>1.8±0.1</u> 1.4–2.2	<u>1.7±0.1</u> 1.3–2.1	<u>1.8±0.1</u> 1.6–2.0

Примечание. В числителе – среднее ± стандартная ошибка среднего, в знаменателе – 95% доверительный интервал; * – число видов в пробе.

Интересной особенностью зоопланктона оз. Большое Васильевское выступает развитие видов р. *Moina*, обитающих преимущественно в малых временных водоёмах и небольших озерах, где их присутствие указывает на сильное эвтрофирование вод (Мануйлова, 1964; Смирнов, 1976; Тимохина, Комлева, 1999).

Зоопланктон озера характеризуется достаточно однородным видовым составом с уровнем сходства видового состава изученных станций 74.5 – 77.4%. Методами неметрического шкалирования (рис. 2) и анализа группового сходства ANOSIM (Global R = 0.162, 999 пермутаций, $p = 0.031$) статистически значимых отличий видового состава зоопланктона между изученными станциями не выявлено.

Значения численности, биомассы, продукции зоопланктона в течение всего периода исследования на трех станциях оз. Большое Васильевское были близки (табл. 3). Результаты дисперсионного анализа показывают, что статистически значимых отличий по показателям удельного видового богатства ($F_{[2; 12]} = 0.870$, $p = 0.444$), численности ($F_{[2; 12]} = 1.873$, $p = 0.196$), биомассы ($F_{[2; 12]} = 1.230$, $p = 0.327$), продукции сообщества ($F_{[2; 12]} = 0.094$, $p = 0.911$) и уровню сапробности ($F_{[2; 12]} = 0.123$, $p = 0.886$) между изученными станциями не обнаружено.

Хаотичность (по существу, вариабельность) динамики зоопланктона – это его внутреннее и естественное свойство (Benincsa et al., 2006), используя которое можно охарактеризовать реализованный адаптационный потенциал сообщества (Eskov

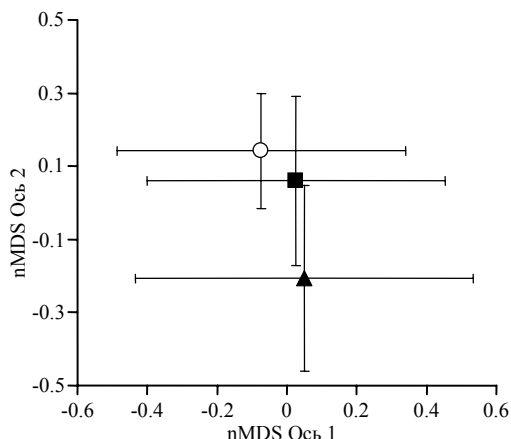


Рис. 2. Пространственные центроиды (среднее $\pm$ стандартная ошибка среднего) неметрической ординации зоопланктона оз. Большое Васильевское по видовому составу: $\circ$ – ст. 1, $\blacksquare$ – ст. 2, $\blacktriangle$ – ст. 3

et al., 2012) через анализ многообразия его откликов в фоновых или нарушенных условиях (Болотов и др., 2014). Вариабельность жизненных параметров зоопланктона оз. Большое Васильевское может быть описана хаотическим квазиаттрактором – областью многомерного фазового пространства, в границах которой по каждой из 23 координат, соответствующих конкретным исследованным экологическим параметрам, задается облако состояний сообщества.

Предварительно для локальных сообществ зоопланктона озера выполнили оценку экспоненты Ляпунова как параметра, указывающего на присутствие в биосистеме динамического хаоса. Полученные оценки показателя Ляпунова принимают положительные значения (табл. 4), что может свидетельствовать о хаотической организации сообщества зоопланктона оз. Большое Васильевское. При этом наиболее выраженной хаотической динамикой ($\lambda = 0.032$ сут.⁻¹) характеризуется локальное сообщество станции 1, подверженное влиянию промышленных стоков, что, возможно, отражает его некоторую экологическую специфичность.

Идентификация межаттракторных расстояний стохастических центров квазиаттракторов, характеризующих различия статистических параметров развития локальных сообществ, свидетельствует об отсутствии существенных отличий в показателях количественного развития зоопланктона изученных станций (рис. 3, а), что хорошо согласуется с результатами дисперсионного анализа.

Таблица 4

Основные параметры хаотических аттракторов сообществ зоопланктона оз. Большое Васильевское

Параметр	Станция		
	1	2	3
λ , сут. ⁻¹	0.032	0.026	0.016
rX , у.е.	150.7	165.9	291.2
νX , у.е.	4.5×10^{31}	2.0×10^{28}	9.8×10^{28}

Примечание. λ – экспонента Ляпунова; rX – асимметрия между геометрическим и хаотическим центром квазиаттрактора; νX – суммарный объем хаотического квазиаттрактора.

Таким образом, отсутствие статистически значимых различий видового состава и показателей количественного развития зоопланктона между изученными станциями может свидетельствовать об однородности и композиционном единстве зоопланктоценоза оз. Большое Васильевское. Однако оценка

межаттракторных расстояний хаотических центров аттракторов демонстрирует экологическую специфичность подверженного влиянию промышленных стоков локального сообщества зоопланктона станции 1 (рис. 3, б), отличающегося более выраженной хаотической динамикой, указывающей на его стрессовое состояние (Болотов, 2014).

Несмотря на пространственную однородность, было выделено три основных сезонных видовых комплекса зоопланктона оз. Большое Васильевское (рис. 4): раннелетний-позднеосенний, летне-осенний и зимний.

Раннелетний-позднеосенний видовой комплекс, характерный для стартового (начало июня) и терминального (середина октября) этапа развития зоопланктона озера, представлен коловратками *Brachionus bennigi* и *B. diversicornis*, а также ракообразными *Chydorus sphaericus*, *Moina brachiata*, *M. macrocopa*, *Scapholeberis mucronata* и *Metacyclops gracilis*. Летне-осенний комплекс объединяет виды, характерные для периода активного развития зоопланктона (июль – сентябрь). Среди них коловратки *B. angularis* и *B. diversicornis*, весло-

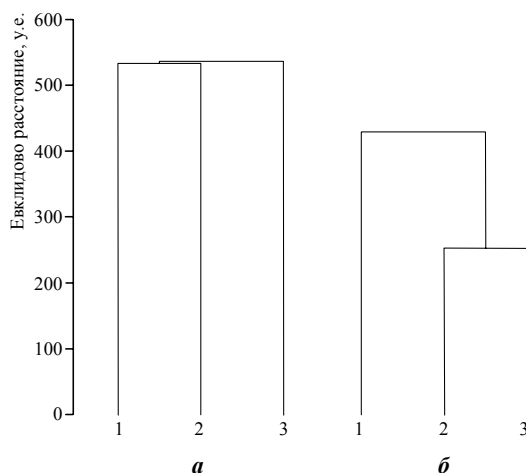


Рис. 3. Дендрограммы (евклидово расстояние, метод Варда) межаттракторных расстояний между стохастическими (а) и хаотическими (б) центрами квазиаттракторов локальных сообществ зоопланктона оз. Большое Васильевское

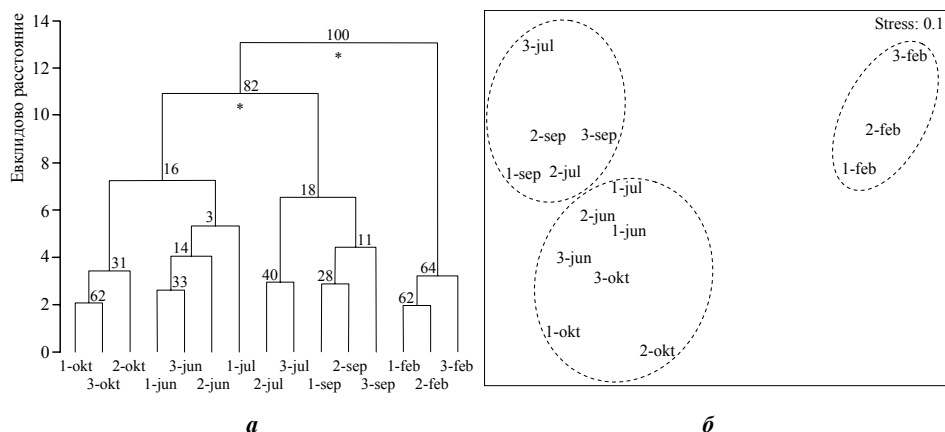


Рис. 4. Дендрограмма (евклидово расстояние, метод Варда) сходства (а) видового состава и неметрическое шкалирование (сходство по индексу Брея – Кертиса) зоопланктона (б) оз. Большое Васильевское. В узлах дендрограммы приведены значения бутстреп-поддержки кластеров, звездочкой помечены статистически значимые кластеры при $p < 0.05$

ногие рачки *Microcyclops varicans*, *Thermocyclops oithonoides*. Зимний видовой комплекс озера представлен коловратками *Filinia terminalis*, *Trichocerca capucina*, ветвистоусыми рачками *Bosmina coregoni*, *C. sphaericus* и *Daphnia cucullata*, которые получают активное развитие за счет улучшения кормовой базы (отмечается снижение уровня цветения воды в озере).

Биоценоотические параметры зоопланктона. Биологическое разнообразие зоопланктона, оцениваемое по индексу Шеннона (по численности и биомассе), было достаточно вариабельным и изменялось от 1.3 до 2.7, что соответствует мезотрофно-эвтрофному типу водоёма (Андроникова, 1996). Индекс Бергера – Паркера – одна из часто используемых мер доминирования – выражает относительную значимость наиболее обильного вида. Его средний показатель для озера – 0.3, что означает небольшое разнообразие и при высокой степени доминирования.

Коэффициент трофности (Мяэметс, 1980) (ср. значения для озера 6.56) позволяет оценить трофический статус озера как гиперэвтрофный. По литературным данным (Мяэметс, 1980; Лазарева, 2010; Patalas, 1972), на первых этапах эвтрофирования показана положительная корреляция между численностью ракообразных,

фаунистическим коэффициентом трофности зоопланктона и содержанием хлорофилла «а». В оз. Большое Васильевское нами была установлена обратная зависимость между индексом трофности и численностью ракообразных (-0.54 ; $p < 0.05$), а корреляции с хлорофиллом «а» не выявлено, что указывает на нестабильную ситуацию в сообществе зоопланктона антропогенно урбанизированного водоёма. Проведенный сапробиологический анализ оз. Большое Васильевское с использованием зоопланктёров позволяет отнести воду в нем к β -мезосапробной зоне (умеренно загрязненная) (см. табл. 2).

Оценка влияния факторов среды. Рассмотрено 23 абиотических и биотических фактора, влияющих на развитие зоопланктона в оз. Большое Васильевское (рис. 5). Анализ показал, что структур-

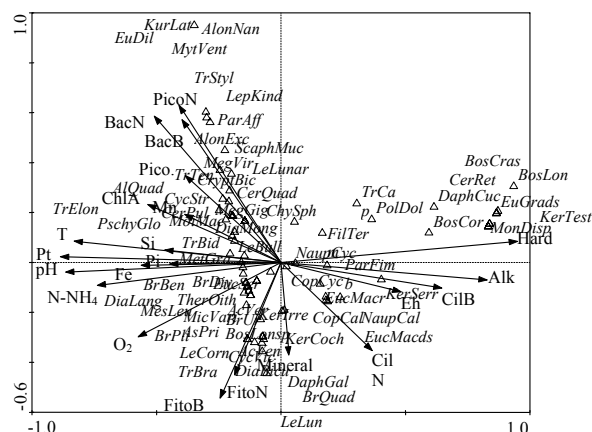


Рис. 5. Экологическая ординация зоопланктона оз. Большое Васильевское в пространстве основных факторов среды: ChlA – хлорофилл «а», BacN – численность бактерии, BacB – биомасса бактерий, PicoN – численность пикофитопланктона, PicoB – биомасса пикофитопланктона, CerN – численность инфузorios, CerB – биомасса инфузorios, FitoN – численность фитопланктона, FitoB – биомасса фитопланктона, Pt – общий фосфор, N-NH₄ – аммонийный азот, Si – кремний, Fe – железо, Mn – марганец, Hard – жесткость, Alk – щёлочность, Mineral – минерализация, O₂ – кислород, Н – глубина, Т – температура, pH – водородный показатель, Eh – окислительно-восстановительный потенциал; коды видов см.

табл. 2

ЗООПЛАНКТОН УРБАНИЗИРОВАННОГО ВОДОЁМА

ная специфика зоопланктона оз. Большое Васильевское определяется главным образом жесткостью воды ($\lambda_A = 0.42$, $p = 0.001$, $F = 3.39$) и развитием бактериопланктона ($\lambda_A = 0.20$, $p = 0.001$, $F = 1.80$); в меньшей степени – развитием инфузорий ($\lambda_A = 0.14$, $p = 0.244$, $F = 1.24$) (см. рис. 3).

Бактерии и инфузории являются неотъемлемым компонентом пищевой цепи зоопланктона. В большинстве случаев в мезотрофных озерах до начала «цветения» водоёмов размер колоний цианобактерий невелик, и наряду с другими видами водорослей они активно потребляются зоопланктоном (Садчиков, 1983 *a, б*; Reynolds et al., 1982, 2002; Ferguson et al., 1982). Однако в период массового развития цианобактерий они практически не поедаются, а организмы зоопланктона избегают слоев с их максимальной концентрацией. В оз. Большое Васильевское в 2013 г. до 97% общей численности и до 87% общей биомассы фитопланктона составляли цианобактерии. Количество водорослей, потребляемых фильтраторами-ракообразными, в таких условиях заметно снижается, и главную роль в их питании (Садчиков, 1983 *a, б*; Крючкова, 1989) начинает играть бактериопланктон (до 70 – 80% рациона). Инфузории активно выедаются копеподами (Павловская, Печень, 1971; Петина и др., 1975; Mendiola, 1974; Cycles of Essential Elements..., 1974), причем потребление их рачками на ранних копеподитных стадиях в два раза выше, чем взрослыми (Арсланова, 1983).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Зоопланктон антропогенно эвтрофированного оз. Большое Васильевское представлен небогатым видовым составом. Сообщество зоопланктона характеризуется невысокими величинами удельного числа видов, численности, биомассы и продукции. В его составе в основном представлены эвритопные виды и виды-индикаторы высокой степени органического загрязнения (коловратки рода *Brachionus*, рачки *Chydorus sphaericus* и др.).

Коэффициент трофности зоопланктона (Мязметс, 1980) указывает на гипертрофное состояние, что согласуется с оценкой трофности озера по развитию фитопланктона, содержанию хлорофилла «а» и общего фосфора.

Сравнительный анализ разнообразных показателей зоопланктона, проведенный с использованием многомерных статистических методов, на различных участках озера позволяет сделать заключение о его относительной однородности на всей акватории водоёма в течение всего периода открытой воды. Однако использование более чувствительного метода на основе теории хаоса-самоорганизации позволило выявить экологическую специфичность локального сообщества зоопланктона станции 1 как находящего в стрессовой ситуации. Наибольшее влияние на развитие зоопланктона озера в период исследования оказывали жёсткость воды, развитие бактерий и инфузорий.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 14-04-97031 *p_поволжье_a*).*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб. : Наука. С.-Петербург. отд-ние, 1996. 189 с.

Арсланова Т. П. Роль инфузорий в зоопланктоне озер : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Минск, 1983. 21 с.

Болотов С. Э. Модуль экологического анализа сообществ пресноводного зоопланктона «FW-Zooplankton» // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент) № 2009617238 от 18.08.2012 г.

Болотов С. Э. Изменения структуры и параметров хаотических аттракторов сообществ зоопланктона устьевой области малого притока равнинного водохранилища в условиях погодно-климатических аномалий // Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность : материалы Междунар. науч. конф. / Ин-т водных проблем РАН. М., 2014. С. 108 – 111.

Болотов С. Э., Крылов А. В., Еськов В. М., Козлова В. В., Мухортова О. В. Сравнительный анализ экологической структуры и параметров хаотической организации зоопланктона устьевой области притока равнинного водохранилища // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2014. Т. 16, № 1. С. 223 – 226.

Горбунов М. Ю., Уманская М. В., Краснова Е. С. Современное экологическое состояние озера Большое Васильевское // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2014. Т. 16, № 1. С. 183 – 187.

Горлачёв В. П. Сезонная структура и межгодовые изменения зоопланктона некоторых Иваново-Арахлейских озер // Зап. Байкальск. фил. Всесоюз. геогр. о-ва. Чита, 1972. Вып. 80. С. 63 – 96.

Крючкова В. И. Трофическое взаимодействие зоо- и фитопланктона М. : Наука, 1989. 124 с.

Лазарева В. И. Структура и динамика зоопланктона Рыбинского водохранилища / ред. А. И. Копылов. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. 182 с.

Мануйлова Е. Ф. Ветвистоусые рачки фауны СССР. Определители по фауне СССР. М. ; Л. : Наука, 1964. Т. 88. 237 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / под ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского. М. : Наука, 1975. 240 с.

Мязметс А. Х. Изменения зоопланктона // Антропогенное воздействие на малые озера. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1980. С. 54 – 64.

Николаев И. И. Зоопланктон оз. Кубенского // Озеро Кубенское. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1977. Ч. 3. С. 5 – 45.

Номоконова В. И., Выхристюк Л. А., Тарасова Н. Г. Трофический статус Васильевских озер в окрестностях г. Тольятти // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2001. Т. 3, № 2. С. 274 – 283.

Одум Ю. Основы экологии. М. : Мир, 1975. 740 с.

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон. М. : Т-во науч. изд. КМК, 2010. 495 с.

Павловская Т. В., Печень Г. А. Инфузории как пища для некоторых массовых видов планктонных животных // Зоол. журн. 1971. Т. 50, № 5. С. 633 – 641.

Петина Т. С., Монаков А. С., Сорокин Ю. И., Волошина Г. В., Кукина И. В. Баланс вещества и энергии у веслоногих раков в тропических апвеллингах // Тр. Ин-та океанологии АН СССР. 1975. Т. 102. С. 335 – 350.

Ривьер И. К. Холодноводный зоопланктон озер бассейна Верхней Волги / Ин-т биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН. Ижевск : Изд. Пермиков С. А., 2012. 390 с.

Садчиков А. П. Сезонные изменения потребления *Eudiaptomus graciloides* (Lill.) озерного фито- и бактериопланктона // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. 1983 а. № 4. С. 53 – 58.

Садчиков А. П. Питание некоторых Cladocera мезотрофного озера фито- и бактериопланктоном. I. Эпителиальные *Bosmina coregoni* и *Diaphanosoma brachyurum* // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. 1983 б. № 8. С. 64 – 70.

ЗООПЛАНКТОН УРБАНИЗИРОВАННОГО ВОДОЁМА

Салахутдинова А. Н. Закономерности развития зоопланктона мезотрофных и эвтрофных озёр Среднего Поволжья в подлёдный и безлёдный периоды : автореф. канд. дис. ... канд. биол. наук. М., 2003. 25 с.

Смирнов Н. Н. Macrothricidae и Moinidae фауны мира. Фауна СССР. Ракообразные. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1976. Т. 1. 237 с.

Столбунова В. Н. Зоопланктон оз. Плещеево. М. : Наука, 2006. 152 с.

Тимохина А. Ф., Комлева Т. Е. Зоопланктон Васильевских озёр (Самарская обл.) // Биологии внутренних вод. 1999. № 1 – 3. С. 82 – 91.

Benincà E., Huisman J., Heerkloss R., Jöhnk K. D., Branco P., Van Nes E. H., Scheffer M., Ellner S. P. Chaos in a long-term experiment with a plankton community // Nature. 2006. Vol. 451. P. 822 – 825.

Cycles of Essential Elements, Benchmark Papers in Ecology / ed. L. R. Pomeroy. New York : Academic Press, 1974. Vol. 1. 373 p.

Eskov V. M., Gavrilenko T. V., Kozlova V. V., Filatov M. A. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems // Measurement Techniques. 2012. Vol. 55, iss. 9. P. 1096 – 1101.

Ferguson A. I., Thompson J. M., Reynolds C. S. Structure and dynamic of zooplankton communities maintained in closed system with special reference to the algae food supply // J. of Plankton Research. 1982. Vol. 4, № 3. P. 523 – 543.

Mendiola D. R. de. Food of the larval Anchoveta *Engraulis ringiensis* // The larly lijevhis touf of fish / ed. I. Blaxter. New York : Springer-Verland, 1974. P. 277 – 285.

Patalas K. Crustacean plankton and the eutrophication of St. Lawrence Great Lakes // J. Fisheries Research Board of Canada. 1972. Vol. 29, № 10. P. 1451 – 1462.

Reynolds C. S., Thompson J. M., Ferguson A. J. D., Wiseman S. W. Loss process in the population dynamics of phytoplankton maintained in closed system // J. of Plankton Research. 1982. Vol. 4, № 3. P. 561 – 600.

Reynolds C. S., Huszar V., Kruk C., Naselli-Flores, Melo L. S. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton // J. of Plankton Research. 2002. Vol. 24, № 5. P. 417 – 428.

УДК 598.241.3(470.44)

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЗАВОЛЖСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ДРОФЫ (OTIDIDAE, AVES)

О. С. Опарина¹, И. А. Кондратенков², М. Л. Опарин¹,
А. Б. Мамаев¹, Л. С. Трофимова³

¹ Саратовский филиал Института проблем экологии и эволюции им А. Н. Северцова РАН
Россия, 410028, Саратов, Рабочая, 24

E-mail: otis07@mail.ru

² Управление охотничьего хозяйства и рыболовства Саратовской области
Россия, 410012, Саратов, Университетская, 45/51

³ Всероссийский научно-исследовательский институт кормов
имени В. Р. Вильямса Россельхозакадемии
Россия, 141055, Московской обл., Лобня, Научный городок

Поступила в редакцию 11.10.2015 г.

Динамика численности заволжской популяции дрофы (Otididae, Aves). – Опарина О. С., Кондратенков И. А., Опарин М. Л., Мамаев А. Б., Трофимова Л. С. – Представлены результаты изучения динамики численности дрофы в южной части Саратовского Заволжья за период с 1998 по 2015 г. – на основании данных учетов, выполненных в период предмиграционных кочевок в осеннее время и на токовых участках весной. Проведен анализ динамики численности и выявлены факторы, ее обуславливающие. Представлены данные по распределению плотности населения дрофы на учетной площади 12000 км².

Ключевые слова: дрофа, динамика численности, факторы динамики численности, пространственная структура популяции, структура землепользования.

Trans-Volga Great bustard (Otididae, Aves) population abundance dynamics. – Oparina O. S., Kondratenkov I. A., Oparin M. L., Mamayev A. B., and Trofimova L. S. – The results of our study of the Great Bustard population abundance dynamics in the southern part of the Saratov Trans-Volga region for the period from 1998 to 2015 are presented – on the basis of censuses carried out before the migration to wintering in the autumn and on mating-places in the spring. The abundance dynamics was analyzed and the factors causing it were identified. Data on the distribution of the Great Bustard population density over an account area of 12,000 km² are presented.

Key words: Great bustard, abundance dynamics, abundance dynamics factors, spatial structure of population, land-use patterns.

ВВЕДЕНИЕ

Повышенный интерес к дрофе в России появился в 1980-х гг. К этому времени произошло резкое снижение численности дрофы в Европе в связи с интенсификацией сельского хозяйства. Для спасения вида в некоторых странах стали создаваться биологические станции, где проводилась работа по инкубации яиц и выращиванию птенцов. По инициативе В. Е. Флинта были предприняты попытки создания такого питомника в Саратовской области, где в то время обитала наиболее крупная популяция дрофы в пределах бывшего СССР (Исаков, Флинт, 1987). В

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЗАВОЛЖСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ДРОФЫ

результате анкетирования, проведенного Управлением охотничьего хозяйства, в период 1980 – 1987 гг. численность дроф в Саратовской области составляла от 2300 до 3100 особей (Хрустов, 1989). Специальных учетов численности на территории области не проводилось, поэтому эти цифры достаточно условны. По данным Российского союза охраны птиц, в начале 1990-х гг. численность дроф на этой территории оценивалась в 6 – 7 тысяч особей (Antonchikov, 1996).

С 1998 г. авторы статьи изучают численность заволжской популяции дрофы на основании учётных работ, которые проводятся как во время тока, так и в предмиграционный период, когда можно наблюдать скопления птиц. Поскольку весной дрофы собираются на токовых участках в марте – апреле, полноценный учет численности на всей территории провести невозможно из-за распутицы и труднодоступности многих токовых участков в связи с особенностями рельефа (большое количество балок, залитых в этот период водой). Однако данные, полученные на отдельных токовых участках, позволяют судить о динамике численности вида.

В настоящей работе рассмотрены результаты осенних учетов дроф за период с 1999 по 2015 г.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Учет численности дрофы в странах, где вид является оседлым, проводят весной на токовых участках (Lane et al., 2001; Alonso et al., 2003 *а.*). В данный период времени птицы сконцентрированы на ограниченных территориях, поэтому учтенное количество особей будет иметь минимальную ошибку. Кроме этого, наиболее выражен половой диморфизм: самцы весной имеют яркую окраску и значительно крупнее самок, благодаря гормональным изменениям, что позволяет более точно определить поло-возрастную структуру популяции.

Заволжская популяция дрофы является мигрирующей, самцы прилетают с зимовки в начале марта (Опарина, Опарин, 2005), а самки – в конце марта – начале апреля (Опарина и др., 2001; Watzke et al., 2001). Весенний учет численности целесообразно проводить в 1-й и 2-й декадах апреля, когда на токовых участках наблюдается максимальное количество птиц (Опарина и др., 2008). В более поздние сроки самки садятся на гнёзда и учесть их не представляется возможным. Выбиралась территория (токовый участок, площадью около 100 км²), на которой ранее была установлена наибольшая плотность птиц данного вида. Учетная группа состояла из 2 – 3 наблюдателей с опытом подсчета дроф и знанием обследуемой территории. В утренние и вечерние часы они проезжали медленно на автомобиле по наиболее доступным трассам, пытаясь посчитать всех птиц и избежать повторных подсчетов. У птиц определяли пол, а местонахождения всех групп заносили на цифровую карту с помощью GPS. Один токовый участок обследуется несколько раз и берется максимальное количество птиц.

В осенний период крупномасштабные учетные работы в южной половине Саратовского Заволжья на территории площадью 12000 км² были проведены авторами статьи в 1998 – 2000, 2011 – 2012 и 2014 – 2015 гг. (рис. 1). Помимо этого проводились промежуточные учеты численности на контрольных участках. Метод учета во все периоды был один и тот же и описан в работе М. Л. Опарина с соав-

торами (2003), однако, чтобы не отсылать читателя к упомянутой работе, приведем его основные положения. Работа проводилась с середины сентября в течение 10 дней 6 группами по 2 человека на автомобилях. Каждый учет проводился с рассвета до сумерек, с перерывом в середине дня, когда птицы часто отдыхают и их трудно увидеть. Каждая группа в день обследовала территорию площадью 200 км^2 . Дислокация мест обнаружения птиц осуществлялась с применением спутниковой навигации, а камеральная обработка материала – с помощью Mapinfo. С использованием метода скользящей средней были составлены плоскостные диаграммы распределения плотности дрофы, основой для расчетов послужили первичные ячейки площади учетов в 25 км^2 . При наложении плоскостной диаграммы на карту была получена картина распределения дроф в осенний период на учетной территории. Во время учетных работ проводилось картирование местообитаний дрофы, а также были использованы официальные данные о структуре посевных площадей на данной территории.

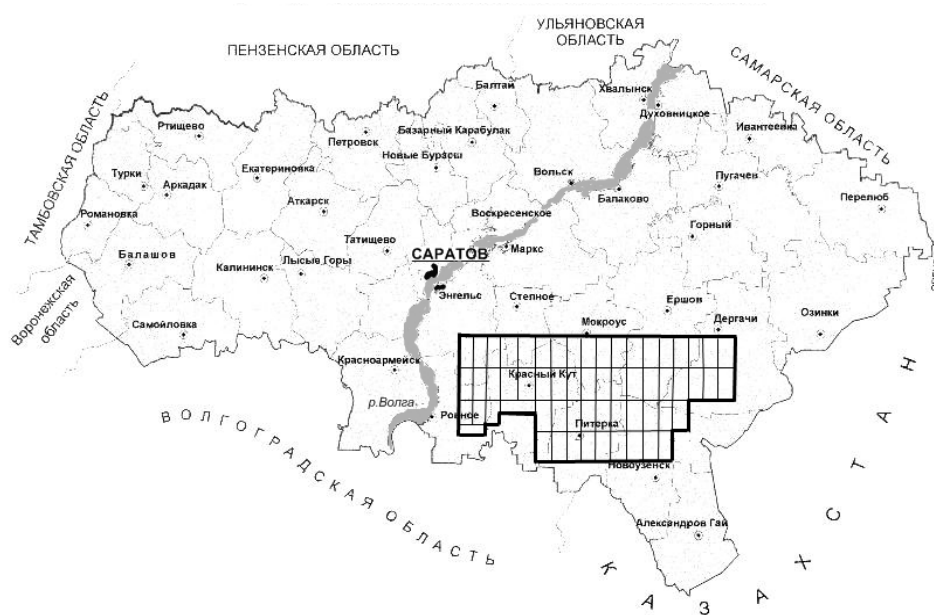


Рис. 1. Район проведения учетов дрофы в Саратовской области

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным авторов статьи (Опарин и др., 2003), на рубеже веков численность вида на исследованной территории оценивалась в 3000 особей. Поскольку учётные работы выполнялись на участках с наиболее высокой плотностью гнездования, невозможно экстраполировать полученные результаты на весь ареал, однако, можно предположить, что численность дрофы на территории Саратовской области могла быть в пределах от 6000 до 8000 особей.

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЗАВОЛЖСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ДРОФЫ

Уже в 2004 г. при проведении учетов численности в местах с наибольшей плотностью вида было отмечено заметное снижение этих показателей (Опарина, Опарин, 2008). На рис. 2 показана динамика численности дроф на участке исследования (по данным осенних учетов) с 1998 по 2015 г. Чувствительность применяемого метода не позволила выявить тенденции изменения численности населения дроф в Саратовском Заволжье за период с 1998 по 2000 г., поэтому здесь приведено максимальное значение, а численность вида и ее доверительные пределы в отдельные годы подробно обсуждаются в работе М. Л. Опарина с соавторами (2003).

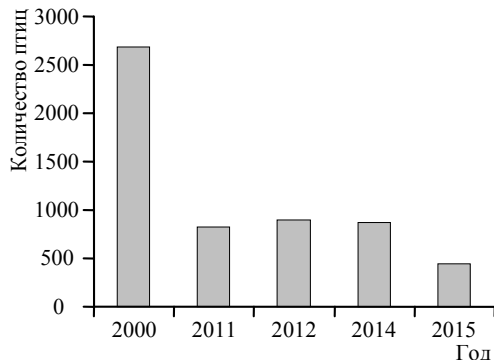
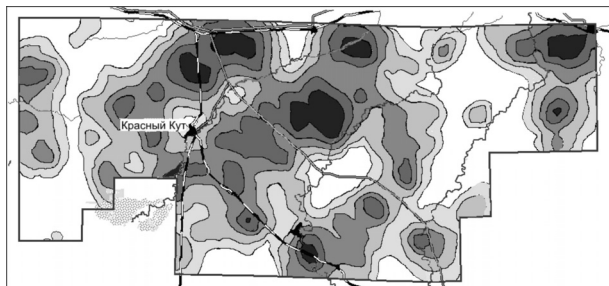


Рис. 2. Динамика численности дрофы на участке исследования (по данным осенних учетов)

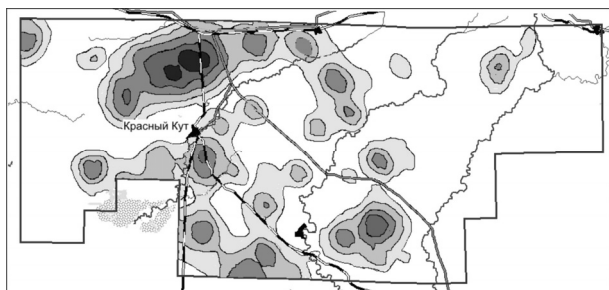
В 2011 г. было зарегистрировано всего около 900 птиц (Oparin et al., 2013). Следовательно, за десятилетие на репрезентативной части гнездового ареала, составляющей более 20% всей его площади, произошло снижение численности популяции дрофы примерно на 70%. В период с 2011 по 2014 г. не происходило резких изменений количества дроф на этой территории. Учетные работы, проведенные в 2015 г., показали снижение количества обнаруженных птиц вдвое по сравнению с прошлым годом, и в 6 раз – по сравнению с 2000 г. Картина распределения дроф в осенний период на учетной территории получена при наложении плоскостной диаграммы на карту (рис. 3, а – в). Результаты, полученные в предыдущие годы, были опубликованы (Опарин и др., 2003; Oparin et al., 2013; Oparina et al., 2014). Однако для наглядности происходящих изменений численности и пространственного распределения дроф по изученной территории здесь приведены иллюстрации за три периода: 1999, 2011 и 2015 год. Изучение динамики пространственного распределения дрофы в Саратовском Заволжье на протяжении двух десятилетий позволило сделать вывод о том, что плотность дроф на исследованной территории значительно сократилась, и произошла фрагментация гнездового ареала. Кроме этого, надо отметить перераспределение плотности по территории. В конце 1990-х гг. участки с высокой плотностью дроф на гнездовой территории были в Фёдоровском и Советском районах Саратовского Заволжья. В настоящее время наиболее высокая плотность дроф отмечена в Краснокутском, Питерском и Новоузенском районах.

На рис. 3, а видно, что имеются ядра с высокой плотностью дроф (> 8 особей на 10 км^2), вокруг которых концентрически расположены участки, плотность которых убывает к периферии. В 1999 г. на исследованной территории было обнаружено 5 крупных ядер и 3 мелких. Вокруг них отмечена значительная площадь с плотностью от 4 до 8 птиц. В 2011 г. (рис. 3, б) обнаружено всего 2 ядра среднего размера в Советском районе, а наиболее крупные по площади расположенные ранее в Федоровском и Дергачевском районах исчезли. В 2015 г. (рис. 3, в) ядра с вы-

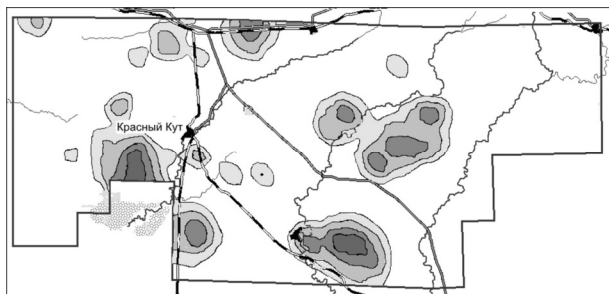
сокой плотностью птиц отсутствуют и заселенные дрофами участки фрагментарно расположены на исследованной территории. В количественном выражении пространственное распределение населения Заволжской популяции дрофы в различные



a



б



в

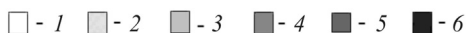


Рис. 3. Распределение плотности населения дрофы на учетной площади 12000 км²: *a* – данные 1999 г.; *б* – 2011 г.; *в* – 2015 г.; плотность населения особей на 10 км²: 1 – менее 0.5; 2 – от 0.6 до 1.0; 3 – от 1.1 до 2.0; 4 – от 2.1 до 4.0; 5 – от 4.1 до 8.0; 6 – более 8.1

плотностью дроф сократилась почти в 6 раз и составляет всего 11% учетной площади.

периоды исследований характеризуется цифрами, приведенными на круговых диаграммах (рис. 4, *a* – *в*). Данные показатели наглядно демонстрируют разительные перемены, связанные с резким сокращением площадей с высокой плотностью населения этих птиц. В конце прошлого века площадь, где плотность птиц была высокой (от 4.1 до 8.0 и более 8.1 особей на 10 км²), составляла 15.4%, средней (от 1.1 до 4.0 особей) – 43.5%. На остальной территории отмечалась низкая плотность дроф. Через 10 лет площадь, где плотность птиц была высокой, составляла лишь 2.4%, а средней – 17.7%. Соответственно территория с низкой плотностью и где дрофы практически не встречаются составляла 80%. В 2015 г. ситуация выглядит катастрофической, так как на 89% территории дрофы отсутствовали или встречались единично. Впервые не отмечено территорий, где плотность птиц была бы выше 8 особей на 10 км², а с градацией от 4.1 до 8.0 выявлено менее 1% исследованной территории. Таким образом, за 15 лет территория с высокой и средней

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЗАВОЛЖСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ДРОФЫ

Кроме того, проанализированы количество и размер стай в разные периоды наблюдений. Количество встреченных групп дроф за время учетных работ на рубеже веков в среднем составляло 166, в 2011 – 2014 гг. – 117, а в 2015 г. – 54. Во все периоды большую часть (около 90%) составляли группы до 20 птиц. Отличительной особенностью является то, что в 1998 – 2000 гг. крупные стаи (от 30 до 110 птиц) составляли около 7%, в 2011 – 2014 гг. – 2%, причем максимальное количество птиц в группе в разные годы варьировало от 33 до 50. В 2015 г. встречено всего 2 группы свыше 30 птиц: 32 и 33 дрофы соответственно.

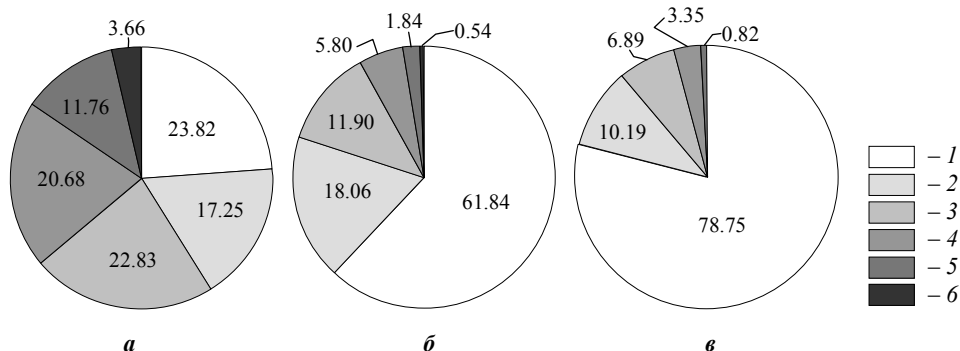


Рис. 4. Соотношение площадей с различной плотностью дроф в различные периоды исследований, %. Условные обозначения см. рис. 3

В Саратовском Заволжье весной регулярно проводилось обследование токовых участков. На некоторых из них проводились стационарные наблюдения, на других – периодические. Названия токов даны по ближайшему населенному пункту или балке. В конце 1990-х гг. были обследованы следующие тока дроф: Песчаное, Интернациональное, Таловка, Лепехинка, Комсомольское, Журавлёвка, Новореченское, Зеленый Дол, Алексашкино, Нариманово, Гмелинка, Чёрная Падина. На крупных токах максимальное количество птиц составляло более 200 особей (Зелёный Дол, Чёрная Падина, Алексашкино). На других токах собиралось 100 – 120 самцов и самок. Известно, что мелкие тока могут исчезать и объединяться с более крупными токами (Alonso et al., 2003 b). Однако в заволжской популяции происходило постепенное уменьшение количества птиц на токовых участках. К настоящему времени исчезла половина названных токов (Песчаное, Лепехинка, Комсомольское, Журавлевка, Новореченское, Чёрная Падина), а на оставшихся количество птиц сократилось больше чем вдвое.

Такое резкое снижение численности вида обусловлено взаимодействием многих антропогенных и природных факторов, а также и внутривидовыми процессами. Однако основной причиной, по мнению авторов статьи, является изменение структуры землепользования на гнездовой территории дроф. Кроме того, негативное влияние оказали многолетние сборы яиц дрофы механизаторами во время сельскохозяйственных работ.

Поскольку дрофы чаще всего гнездятся на обрабатываемых полях, которые преобладают по площади на исследуемой территории, важно знать структуру землепользования и последствия ее изменения для вида, связанные с сельскохозяйственным производством. На рис. 5 показано изменение структуры севооборота на

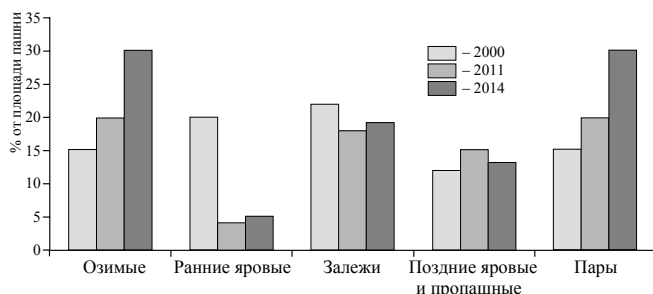


Рис. 5. Изменение структуры севооборота на исследованной территории в период 2000 – 2014 гг.

исследованной территории с 2000 по 2014 г. В конце прошлого столетия в залежах было 22% от всей исследованной территории. Доля озимых зерновых культур была в пределах 15%. Соответственно такую же долю составляли пары. Ранними яровыми было занято 20% площади и 12% –

поздними яровыми. С начала этого века доля необрабатываемых земель постоянно увеличивалась и в 2004 г. в среднем составляла 40%, а в некоторых хозяйствах достигала более 60%. Восстановительные сукцессии на залежах происходили в течение 10 – 15 лет, однако в 2007 г. они были распаханы из-за сложившейся экономической ситуации в связи с увеличением закупочных цен на зерно.

К 2012 г. увеличилась доля озимых (до 20%) и в 5 раз сократилась доля ранних яровых культур (до 4%). В то же время площади пропашных культур (в основном подсолнечник), поздних зерновых и однолетних кормовых культур (просо, сорго, суданская трава), на которых дрофы устраивают гнезда, но кладки заведомо гибнут из-за поздних сроков посева, а также многократных обработок, возросли за десятилетие практически в полтора раза. Залежи на ранних стадиях восстановительной сукцессии не используются дрофами из-за высокого травостоя и большого количества ветоши весной.

В настоящее время значительно увеличилась доля озимых в структуре севооборота – до 30%, а следовательно, увеличились площади под паром, на которых кладки сохраниться не могут. Кроме того, комплексные обработки озимых с применением инсектицида «Муссон», гербицида «Суперстар» и микроудобрений, в основном с помощью авиации, в значительной степени снижают кормовую базу дроф (насекомых, сорные растения), а прохождение по полям тракторов или пролеты самолетов действуют на насиживающих самок как мощный фактор беспокойства. Естественно все это не могло не сказаться на успешности размножения исследуемого вида, что в совокупности с неблагоприятными условиями зимовок последних нескольких лет в северо-восточном Причерноморье и привели к тем результатам, о которых было сказано выше.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, установлено, что численность заволжской популяции дрофы снижается быстрыми темпами в условиях современного землепользования. На-

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЗАВОЛЖСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ДРОФЫ

блюдаемая тенденция к увеличению в структуре севооборота пропашных культур и озимых зерновых, которым предшествуют поля, остающиеся под чистым паром, на которых проводится культивация в течение лета, отрицательно отражается на успехе репродукции дрофы. В то же время наличие старых залежей позволяет птицам сохранить часть кладок. Однако стихийный характер сельскохозяйственного производства, когда земли после подсолнечника, который сильно истощает почву, забрасываются на несколько лет, а старые залежи вновь распахиваются, не дают оснований предполагать стабилизацию или увеличение численности описанной популяции дрофы.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 13-05-00401 а) и Программы фундаментальных исследований отделения биологических наук РАН «Рациональное использование биологических ресурсов России: фундаментальные основы управления».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Исаков Ю. А., Флинт В. Е. Семейство Дрофиные // Птицы СССР. Куроподовые, журавлеобразные. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1987. С. 465 – 502.

Опарин М. Л., Кондратенков И. А., Опарина О. С. Численность заволжской популяции дрофы (*Otis tarda*) // Изв. АН. Сер. биол. 2003. № 6. С. 675 – 682.

Опарина О. С., Опарин М. Л. Социальная структура и пространственное распределение популяции дрофы (*Otis tarda*) в местах гнездования // Поволж. экол. журн. 2005. № 1. С. 36 – 46.

Опарина О. С., Опарин М. Л. Современное состояние и проблемы охраны Заволжской популяции *Otis tarda* // Биоразнообразие : проблемы и перспективы сохранения : материалы междунар. науч. конф., посвящ. 135-летию со дня рождения И. И. Спрыгина. Пенза : Изд-во Пенз. гос. пед. ун-та им. В. Г. Белинского, 2008. Ч. 2. С. 281 – 283.

Опарина О. С., Литцбарски Х., Опарин М. Л., Вацке Х., Хрустов А. В. Первые результаты по миграции дроф саратовского Заволжья, полученные с помощью спутниковой телеметрии // Актуальные проблемы изучения и охраны птиц Восточной Европы и Северной Азии : материалы междунар. конф. (XI Орнитологическая конференция). Казань : Изд-во «Матбугат йорты», 2001. С. 480 - 481.

Опарина О. С., Опарин М. Л., Хрустов А. В. Современные тенденции изменения численности дроф на токовых участках Заволжья // Поволж. экол. журн. 2008. № 4. С. 317 – 324.

Хрустов А. В. Дрофа (*Otis tarda* L., 1758) в Саратовской области (численность, биология, охрана) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1989. 21 с.

Alonso J. C., Martin C. A., Palacin C., Magaña M., Martin B. Distribution, size and recent trends of the Great Bustard *Otis tarda* population in Madrid region, Spain // Ardeola. 2003 a. Vol. 50, № 1. P. 21 – 29.

Alonso J. C., Palacin C., Martin C. A. Status and recent trends of the Great Bustard (*Otis tarda*) population in the Iberian Peninsula // Biological Conservation. 2003 b. Vol. 110. P. 185 – 195.

Antonchikov A. Die Großtrappenpopulation (*Otis tarda* L., 1758) in Saratov - Probleme des Schutzes und der Erfassung der Tiere // Naturschutz Landschaftspflege Brandenburg. 1996. Bd. 5, № 1/2. S. 21 – 23.

Lane S. J., Alonso J. C., Martin C. A. Habitat preferences of Great Bustard *Otis tarda* flocks in the arable steppes of central Spain : are potentially suitable areas unoccupied? // J. of Applied Ecology. 2001. Vol. 38. P. 193 – 203.

О. С. Опарина, И. А. Кондратенков, М. Л. Опарин и др.

Oparin M. L., Oparina O. S., Kondratenkov I. A., Mamaev A. B., Piskunov V. V. Factors causing long-term dynamics in the abundance of the Trans-Volga Great bustard (*Otis tarda* L.) population // *Biology Bulletin*. 2013. Vol. 40, № 10. P. 843 – 853.

Oparina O. S., Oparin M. L., Surov A. V. The current land use and its impact on the Great Bustard (*Otis tarda*) population in the Saratov province of Russia // *Aquila*. 2014. Vol. 121. P. 107 – 113.

Watzke H., Litzbarski H., Oparina O. S., Oparin M. L. Der Zug Großtrappen *Otis tarda* aus der Region Saratov (Russland) – erste Ergebnisse der Satellitentelemetrie im Rahmen eines Schutzprojectes // *Die Vogelwelt*. 2001. Bd. 122, № 2. S. 89 – 94.

УДК 56.074.6(571.151)

**ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА
ПОСЕЛЕНИЯ ТЫТКЕСКЕНЬ-2 (ГОРНЫЙ АЛТАЙ)
С IV ТЫС. ДО Н.Э. ПО НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ
ПО ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКИМ ДАННЫМ**

М. Ю. Соломонова, М. М. Силантьева, К. Ю. Кирюшин

*Алтайский государственный университет
Россия, 656049, Барнаул, просп. Ленина, 61
E-mail: mmarischca@mail.ru*

Поступила в редакцию 07.09.2014 г.

Трансформация растительного покрова поселения Тыткескен-2 (Горный Алтай) с IV тыс. до н.э. по настоящее время по палеоботаническим данным. – Соломонова М. Ю., Силантьева М. М., Кирюшин К. Ю. – Для реконструкции стадий трансформации растительного покрова проведены фитолитные исследования на территории археологического памятника Тыткескен-2. Изучены фитолиты злаков, произрастающих на месте исследования и фитолитный состав почвенного профиля, содержащего культурные горизонты неолита, энеолита, бронзового века и скифского периода. В результате сопоставления фитолитов современных растений с кремниевыми частицами из почвы получены данные об антропогенном и климатически обусловленном изменении растительного покрова на месте исследования. Важным является выделение стадии наибольшего антропогенного воздействия на растительный покров территории в финальном неолите.

Ключевые слова: фитолитный анализ, реконструкция растительности, трансформация, археология, неолит, энеолит, поселение.

Transformation of the vegetable cover on the territory of the settlement Tytkesken'-2 (the Altai Mountains) since IV thous. B.C. by paleobotanic data. – Solomonova M. Yu., Silant'yeva M. M., and Kiryushin K. Yu. – A phytolithic study was made on the territory of the archaeological site Tytkesken'-2 to reconstruct stages of the vegetable cover transformation. Studied were the graminoid phytoliths vegetating at the research site and the phytolithic composition of the soil crossover containing the cultural horizons of the Neolithic, Eneolithic eras, the Bronze age, and the Scythian Epoch. As a result of comparison of the modern plants' phytoliths with the silicic soil particles, facts of the anthropogenic and climatic changes in the vegetable cover at the site were obtained. Our important achievement is identification of the stage of the maximum anthropogenic influence upon the vegetable cover of the territory during the final Neolithic era.

Key words: phytolithic study, vegetation reconstruction, transformation, archaeology, Neolithic, Eneolithic, settlement.

ВВЕДЕНИЕ

Палеоботанические исследования на местах археологических работ являются перспективным междисциплинарным направлением, благодаря возможности оценки влияния человека на растительный покров. Одним из наиболее современных методов является фитолитный, с его помощью в отличие от палинологического реконструируется именно локальная растительность (Гольева, 2001).

На сегодняшний день самым крупным, многослойным, хорошо стратифицированными и наиболее изученным объектом для эпохи неолита и энеолита на тер-

ритории среднего течения р. Катунь (Горный Алтай) является комплекс памятников в устье ручья Тыткескень.

В 2013 г. были опубликованы результаты фитолитного анализа на поселении Тыткескень-2 (Соломонова и др., 2013). Эти материалы не содержали сравнения с фитолитами современных растений, в связи с чем не была проведена оценка степени воздействия на растительность человеком.

Целью представленного исследования является расширение данных фитолитного анализа с помощью сравнения фитолитов из палеопочв поселения Тыткескень-2 с кремниевыми частицами из современных растений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Характеристика места исследования. Поселение Тыткескень-2 находится на территории Чемальского района Республики Алтай (Кирюшин К., Кирюшин Ю., 2008). По ботанико-географическому районированию Г. Н. Огуреевой (1980) эта территория относится к Чемальскому таежно-лесостепному району, который лежит в бассейне нижнего течения р. Катунь и включает в себя бассейны ее левых притоков, к которым относится ручей Тыткескень. В самой долине р. Катунь хорошо выражен комплекс террас (Огуреева, 1980).

Для Чемальского таежно-лесостепного района характерны лесостепной и лесной пояса, для которых отличительной особенностью является широкое распространение сосны (Огуреева, 1980).

Археологический памятник расположен на правом берегу ручья Тыткескень, в его предустьевой части, в пределах долины р. Катунь на поверхности ее второй надпойменной террасы. В северо-восточной части археологического объекта ближе к руслу Катунь наблюдается мощный слой песков эолового происхождения. Слои, вмещающие в себя археологические находки, выделяются в разрезах более темным цветом за счет большей гумусации. Ближе к склону горы мощность песков эолового происхождения уменьшается, постепенно сходя на нет (Кирюшин К., Кирюшин Ю., 2008).

Геоботаническая характеристика места исследования. Естественная растительность изменена предыдущими раскопками и перемещением грунта. В раскопах образовались заросли конопли обыкновенной (*Cannabis ruderalis* Janischewsky, 1924), видов полыни (*Artemisia siversiana* Williams, 1803; *A. commutata* Besser, 1835; *A. vulgaris* Linnaeus, 1753) и др. На песчаных наносах обычны: полынь Гмелина (*A. gmelinii* Weber ex Stechmann, 1775), ковыль перистый (*Stipa pennata* Linnaeus, 1753), люцерна серповидная (*Medicago falcata* Linnaeus, 1753), вика приятная (*Vicia amoena* Fischer, 1825), колосняк (*Leymus dasystachys* Pilger, 1947), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* Roth, 1788).

От места раскопок к подножью горы протянулись богаторазнотравно-злаковые луга с овсяницей луговой (*Festuca pratensis* Hudson, 1762), кострецом безостым (*Bromopsis enermis* Holub, 1973), вейником наземным (*Calamagrostis epigeios*), ежой сборной (*Dactylis glomerata* Linnaeus, 1753), пыреем ползучим (*Elytrigia repens* Nevski, 1933), тимopheевкой луговой (*Phleum pratense* Linnaeus, 1753), полевицей гигантской (*Agrostis gigantea* Roth, 1788), видами рода волоснец

(*Elymus exelsus* Turczanow ex Grisebach, 1853; *Elymus gmelinii* Tzvelev, 1968), мятликом луговым (*Poa pratensis* Linnaeus, 1753), из видов разнотравья обычны: жабрица порезникова (*Seseli libanotis* W.D.J. Koch, 1824), герань луговая (*Geranium pratense* Linnaeus, 1753), володушка многожилчатая (*Bupleurum multinervum* De Candolle, 1826), репешок волосистый (*Agrimonia pilosa* Ledebour, 1823) и др.

На вершине вала, отделяющего место раскопок от берега р. Катунь, находится типчаково-полынная степь. В ее составе дерновинные степные злаки: овсяница ложноовечья (*Festuca pseudoovina* Hackel ex Wiezbicki, 1880), тонконог изысканный (*Koeleria gracilis* Persoon, 1907), ковыль-волосатик (*Stipa capillata* Linnaeus, 1762), мятлики (*Poa stepposa* (Kryl.) Rohev., 1934), житняк пустынный (*Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schult., 1824), а также вероника седая (*Veronica incana* Linnaeus, 1753), астра альпийская (*Aster alpinus* L., 1753), василек сибирский (*Centaurea sibirica* Linnaeus, 1753), тимьян Маршалла (*Thymus marschallianus* Willdenow, 1800) и др.

Историко-археологическая характеристика. Благодаря прослойкам эолового песка на поселении наблюдается четкая относительная хронология. Основные слои имеют следующее датирование: седьмой горизонт – концом VII – началом VI тыс. до н.э., шестой горизонт – концом VI – первой половиной V тыс. до н.э., пятый горизонт – серединой – второй половиной V тыс. до н.э., горизонт 4А – началом IV тыс. до н.э., четвертый горизонт – второй третью IV тыс. до н.э., третий горизонт – конец IV тыс. до н.э., энеолитическая большемысская культура. В верхних культурных горизонтах отмечены находки бронзового века и скифского периода (Кирюшин К., Кирюшин Ю., 2008).

В качестве основного палеоботанического метода использован фитолитный анализ. Фитолиты – кремневые копии растительных клеток. Фитолитный спектр, в отличие от палинологического, редко содержит не информацию о конкретных видах растений, а набор морфотипов – морфологических форм фитолитов.

Для некоторых территорий земного шара с помощью фитолитного анализа возможно проводить разграничение между семействами растений (Kealhofer, Piperno, 1998; Wallis, 2003; Fernandez-Honane et al., 2006). Наиболее специфичны фитолиты злаков, для субтропических и тропических широт является актуальным соотношение фитолитов различных подсемейств, что отражает различные ритмы увлажнения и годовых температур (Twiss, 1992; Bremond, 2005, 2008.). В умеренных широтах доминирует одно подсемейство (*Pooideae*), вследствие чего уместной является оценка принадлежности отдельных морфотипов к конкретным фитоценозам (Гольева, 2001) – экологический подход.

Наиболее полную характеристику изменений природной среды можно получить при сравнении фитолитных спектров с фитолитами современных растений. Однако фитолиты растений юга Западной Сибири изучены слабо. Аналитической обработки данных по конкретным видам недостаточно для создания целостной системы, подходящий для интерпретации почвенных фитолитных спектров. Поэтому сопоставление фитолитов из почвы и из современных растений места исследования необходимо для полного анализа.

Среди современных растений были изучены фитолиты 17 видов злаков, произрастающих на месте исследования. Для обработки растительного материала ис-

пользовался метод сухого озоления (Гольева, 2001). Фитолиты исследовались с помощью светового микроскопа Olympus BX-51, камеры Olympus XC-50 и программного обеспечения cellSens Standard.

Почвенные пробы для фитолитного анализа были отобраны соответственно выделенным археологическим культурам. Обработка материалов производилась по методу А. А. Гольевой (2001). Фитолитный профиль фиксируется на глубине 0 – 77 см: 0 – 10 см от поверхности – Скифский период, эпоха Бронзы; 10 – 20 см – Скифский период, эпоха Бронзы; 20 – 30 см – слой без археологического материала; 30 – 35 см – слой без археологического материала; 35 – 40 см – эпоха бронзы; 40 – 44 см – эпоха бронзы; 42 – 52 см – эпоха бронзы; 52 – 59 см – энеолит, Большешемская культура; 59 – 68 см – финальный неолит, Среднекатунская культура; 68 – 77 см – финальный неолит, Среднекатунская культура.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Фитолиты современных видов злаков. Трапециевидные короткие частицы (рис. 1, а, б) среди растений места археологических работ (табл. 1, стб. 1) доминируют у степных видов (*Festuca pseudovina* и др.), а также у видов рода *Elymus*, которые могут произрастать как на участках с нормальным увлажнением (остепненные парковые леса, остепненные луга), так и в степных ценозах. Встречаются часто у лугово-степных видов, отмечены для многих видов овсяниц, не произрастающих на территории юга Западной Сибири (Fernandez-Honane et al., 2006; Carnelli et al., 2004). В начале становления классификаций фитолитов подобные формы были

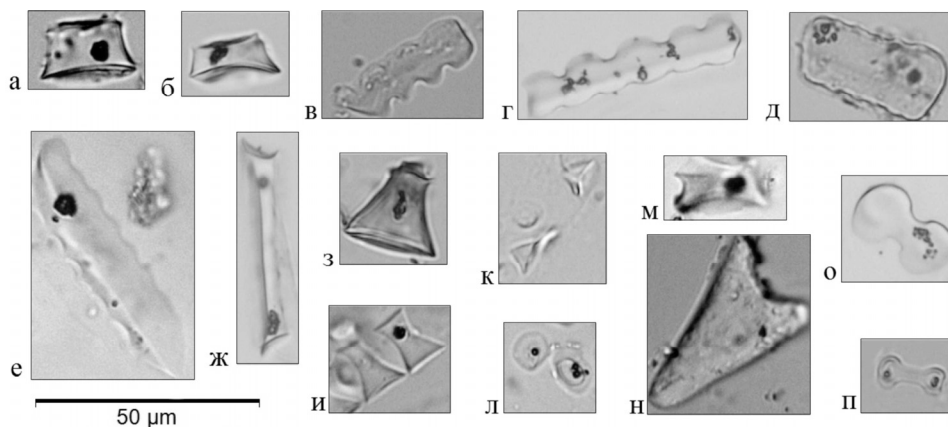


Рис. 1. Диагностические морфотипы фитолитов сем. Роасеае: а, б – трапециевидные короткие частицы; в, з – трапециевидные полилопастные частицы (в – вид снизу, з – вид сверху); д – жс – трапециевидные волнистые частицы (д – вид сверху, е – вид снизу, жс – вид сбоку); з, и – усеченные конусовидные частицы; к – неусеченные конусовидные частицы; л – усеченные округлые частицы; м – седловидная короткая частица; о, н – двулопастные короткие частицы

ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

выделены в отдельный морфотип, который получил свое название по роду овсяница – *Festucoid* (Twiss, 1969). Таким образом, этот морфотип характерен для видов различной эколого-ценотической приуроченности. Без выраженного доминирования трапецевидных коротких частиц трудно установить насколько место исследования было подвержено остепнению.

Таблица 1

Встречаемость фитолитов разных форм у злаков
из современной растительности места исследования

Вид	Частота встречаемости морфотипов								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Agropyron desertorum</i>	Д	–	++	–	–	++	+	–	–
<i>Agrostis giganteae</i>	+	Д	–	–	–	–	+	+++	+
<i>Bromopsis inermis</i>	+	+++	+++	+	–	+	–	+++	+
<i>Calamagrostis epigeios</i>	+	Д	–	–	–	–	–	+++	++
<i>Dactylis glomerata</i>	+	Д	+	–	–	–	–	+++	–
<i>Elymus exelsus</i>	Д	–	–	–	–	++	–	++	–
<i>Elymus gmelinii</i>	Д	–	+++	+	+++	+	–	++	–
<i>Elytrigia repens</i>	++	–	–	–	Д	+	–	–	–
<i>Festuca pratensis</i>	+++	–	+++	++	+	+	–	+	–
<i>Festuca pseudovina</i>	Д	–	–	++	–	+++	+	–	–
<i>Koeleria gracilis</i>	+	–	Д	+	–	–	–	+	–
<i>Leymus dasystachys</i>	+	–	–	Д	–	++	–	++	–
<i>Poa pratensis</i>	+	+	++	–	Д	–	–	+	–
<i>Poa stepposa</i>	–	–	+	–	Д	–	–	–	–
<i>Phleum pratense</i>	–	+++	+++	–	–	–	–	+++	–
<i>Stipa capillata</i>	Д	–	–	+++	–	+++	–	+	+
<i>Stipa pennata</i>	+++	–	–	+++	–	+++	–	++	–

Примечание. 1 – трапецевидные короткие частицы, 2 – трапецевидные полилопастные частицы, 3 – трапецевидные волнистые частицы, 4 – усеченные конусовидные частицы, 5 – неусеченные конусовидные частицы, 6 – усеченные округлые частицы, 7 – седловидные короткие частицы, 8 – трихомы, 9 – двулопастные короткие частицы; Д – доминирует, +++ – встречается часто, ++ – встречается, + – встречается редко.

Трапецевидные полилопастные частицы (рис. 1, в, г; табл. 1, стб. 2) доминируют и часто встречаются у мезофильных видов (*Agrostis giganteae*, *Calamagrostis epigeios* и др.) и могут служить достаточно надежным индикатором луговых и лесных экосистем (Сперанская и др., 2013). Примечательно, что этот морфотип описан и для некоторых видов мятликов, например для мезофитного *Poa annua* (Thorn, 2004; Lu et al., 2006). Из изученных на месте исследования мятликов подобные формы редко встречаются у *Poa pratensis* (луговой вид) и отсутствуют у *Poa stepposa* (степной вид).

Трапецевидные волнистые частицы (рис. 1, д – ж) отмечены Н. К. Киселевой и другими исследователями, как характеризующие фитолиты родов *Koeleria* и *Agropyron* (Динесман и др., 1989 – указаны как «волнистые пластинки»), которые являются степными злаками. На территории исследования эти формы встречаются и у лугово-степных и луговых видов (табл. 1, стб. 3): *Bromopsis inermis*, *Elymus gmelinii* и др. Таким образом, их нельзя отнести к степным морфотипам.

Усеченные конусовидные частицы (рис. 1, з, и; табл. 1, стб. 4) встречаются у тех же видов места исследования, что и трапециевидные короткие частицы, однако в большей степени характерны для ковылей, чем для других степных видов.

Неусеченные конусовидные частицы (рис. 1, к) при фитолитных исследованиях описываются редко, в основном у осок (Carnelli et al., 2004; Torn, 2004). Среди злаков места исследования они доминируют как у некоторых степных, так и луговых видов (табл. 1, стб. 5), что не позволяет их использовать при разграничении соответствующих фитоценозов.

Усеченные округлые частицы (рис. 1, л) изучены слабо (Соломонова и др., 2013). Однако следует отметить большое производство этих форм степными и лугово-степными видами (табл. 1, стб. 6).

Седловидные короткие частицы (рис. 1, м) – это диагностические формы для некоторых тропических и субтропических подсемейств злаков *Chloridoideae*, *Arundinoideae* (Lu, Liu, 2003; Bremond, 2005, 2008), и для естественной флоры умеренных широт не характерны, встречаются лишь у некоторых видов в очень малом количестве (табл. 1, стб. 7). Подобное можно отметить и в отношении двулостных коротких частиц (рис. 1, о, н), которые характерны для злаков подсемейства *Panicoideae*, представители которого на юге Западной Сибири являются культурными и «сбежавшими» из культуры в естественную среду сорными видами. У некоторых видов естественной флоры юга Западной Сибири встречаются двулостные частицы особой формы. Они имеют уплощенные лопасти и названы в зарубежной литературе «*Stipa-type dumb-bells*» – «двулопастные частицы *Stipa*-типа» (Сперанская и др., 2014; Fernandez-Honane et al., 2006). В небольшом количестве среди видов современных растительных сообществ места исследования встречаются у *Agrostis*, *Stipa* и др. (табл. 1, стб. 9). В большом количестве эти формы отмечены для рода *Setaria*, виды которого являются сорными (Сперанская и др., 2013).

Диагностическая роль трихом (рис. 1, н) очень хорошо отражена в характеристике фитолитных спектров фитоценозов А. А. Гольевой (2001). Этот морфотип встречается у многих видов, так как многие виды злаков имеют в эпидерме волоски, бугорки и другие выросты (Сперанская и др., 2013). Однако не всегда они формируют фитолиты (табл. 1, стб. 8). Нет фитолитов трихом у некоторых степных видов (*Festuca pseudovina*, *Agropyron desertorum* и др.), их количество невелико у ковылей (за исключением *Stipa pennata*). Много трихом крупных размеров у луговых и лесных видов (*Agrostis giganteae*, *Dactylis glomerata* и др.). Эти частицы можно использовать для выделения фитолитных спектров, характеризующих луговую и лесную растительность.

Подсчет длинных частиц (палочек) в растениях не производился, так как при микрокопировании не всегда возможно отличить фитолиты длинных клеток эпидермы от форм инкрустационного окремнения клеточных стенок и кутикулы, которые слабоустойчивы в почве.

Характеристика фитолитного профиля (табл. 2). Слой 68 – 77 см. Нижняя граница фитолитного профиля, финальный неолит среднекатунская культура. Фитолитный спектр этого слоя соответствует стадии хвойного леса, так как домини-

ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

руют фитолиты хвойных (рис. 2) и трихом. Обращает на себя внимание отсутствие полилопастных трапецевидных частиц (луговые и лесные формы) и наличие небольшого количества степных форм (трапецевидные короткие частицы и др.). Среди изученных нами видов в таком покрове могли встречаться виды рода *Elymus*, *Festuca* (так как отсутствуют трапецевидные волнистые частицы, то это, возможно, *Festuca pseudovina*). Присутствие двулопастных коротких частиц указывает на наличие видов рода *Setaria* (рудеральные сообщества). Это позволяет сделать вывод о наличии антропогенной нагрузки на эту территорию в исследуемый период и высокой степени обжитости поселения.

Таблица 2

Процентный состав форм фитолитов в спектрах

Морфотипы	Глубина, см									
	68–77	59–68	52–59	44–52	40–44	35–40	30–35	20–30	10–20	0–10
	Количество, %									
Двулопастные короткие частицы	4	3	1	6	6	5	12	10	10	12
Седловидные короткие частицы	2	5	1	2	7	2	8	4	6	4
Усеченные конусовидные частицы	2	2	–	3	3	4	2	9	10	9
Трапецевидные короткие частицы	7	18	9	13	15	16	22	21	16	18
Трапецевидные полилопастные частицы	–	5	3	7	7	7	5	4	16	14
Трапецевидные волнистые частицы	–	2	–	4	–	3	–	2	1	2
Округлые короткие частицы	3	4	3	5	–	5	5	6	–	3
Округлые гранулярные частицы	–	1	3	1	–	3	–	–	2	–
Трихомы	13	3	14	9	5	5	7	1	4	1
Фитолиты хвойных	22	7	6	–	3	4	1	–	–	–
Веерообразные короткие частицы	–	–	–	–	–	–	1	–	2	–
Перфорированные палочки	2	5	–	2	–	–	–	–	3	–
Ребристые палочки	2	–	1	2	3	5	–	2	3	–
Гладкие палочки	37	36	50	31	41	33	34	37	26	35
Зубчатые палочки	–	1	2	–	–	2	1	1	–	–
Слепки	–	–	2	5	3	–	–	–	–	1
Спикулы губок	2	–	–	1	–	–	–	–	–	–
Прочие формы	4	8	5	9	7	6	2	3	1	1

Слой 59 – 68 см. Содержит материалы среднекатунской культуры (финальный неолит). Отмечено резкое снижение фитолитов хвойных, которое можно объяснить лишь вырубкой. Следует отметить ярко выраженный степной характер фитолитного спектра: большое количество трапецевидных коротких частиц в совокупности с малым количеством других диагностических морфотипов. Режим увлажнения был благоприятен и для поселения луговых злаков, о чем свидетельствует появление не-

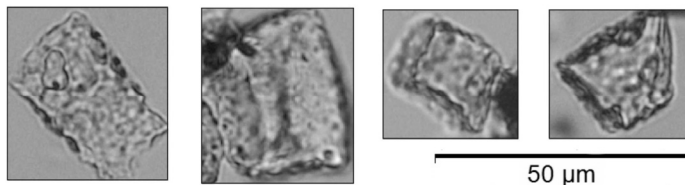


Рис. 2. Фитолиты хвойных из проб почвенного профиля памятника Тыткескень-2

большого числа трапециевидных полилопастных частиц в спектре. Разнообразие злаков на этом этапе становится выше, появляются также волнистые трапециевидные частицы.

Слой 62 – 59 см. Содержит археологический материал большемысской культуры (энеолит). Фитолитный спектр характеризует луговую растительность: снижение трапециевидных коротких частиц на фоне повышения роли трихом и присутствия полилопастных трапециевидных частиц. Таким образом, в этот исторический период территория исследования была обжита слабо.

Слой 44 – 52, 40 – 44, 35 – 40 см. Содержат находки эпохи бронзы. В слое 44 – 52 см количество фитолитов степных злаков (трапециевидные короткие частицы, усеченные конусовидные частицы и др.) незначительно превышает число фитолитов мезофитных злаков (трихомы, трапециевидные частицы). Это указывает на некоторое остепнение луговой растительности в период формирования слоя. В двух вышележащих слоях это выражено более сильно.

Слой 30 – 35 и 20 – 30 см не содержат археологического материала. Фитолитные спектры этих слоев характеризуют степную растительность (доминирование трапециевидных коротких частиц). Обращает на себя внимание увеличение двулопастных коротких частиц в этих и последующих слоях, а также увеличение усеченных конусовидных частиц в слое 20 – 30 см. Снижение количества полилопастных трапециевидных частиц можно объяснить увеличением роли ковылей в травостое периода формирования слоя. Не исключается и значительная роль мезофитных злаков, так как двулопастные короткие частицы сопоставимы по количеству с усеченными конусовидными частицами. Таким образом, развитие в травостое ковылей свидетельствует о естественном остепнении территории в период формирования слоя 20 – 30 см и восстановлении растительного покрова после антропогенного воздействия.

Слой 10 – 20 и 0 – 10 см. Содержат находки эпохи бронзы и скифского периода. Для них следует отметить увеличение числа фитолитов мезофитных злаков (трапециевидные полилопастные частицы) на фоне большого количества фитолитов степных злаков (трапециевидные короткие частицы, усеченные конусовидные частицы). Это свидетельствует об увеличении мезофитизации травостоя в современный период при наличии ковылей (*Stipa capillata*?!), так как мало трихом), мезофитов и ксеромезофитов. О присутствии степных злаков свидетельствует малое количество трихом. Таким образом, несмотря на очевидно более мезофильный характер травостоя на протяжении формирования этих слоев по сравнению с нижележащими, все-таки их спектры характеризуют более остепненную растительность, чем в современный период (квадрат был заложен вблизи лугового ценоза).

Среди длинных частиц во всех слоях почвенного профиля доминируют гладкие (см. табл. 2) палочки ровной формы. В связи с их слабой специфичностью (Гольева, 2001) при реконструкции стадий трансформации растительности являются неинформативными.

ВЫВОДЫ

Фитолитный профиль исследуемого участка памятника свидетельствует как об антропогенном, так и о климатически обусловленном изменении растительного

ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

покрова. Наиболее сильной антропогенной трансформации он был подвержен в период неолитической среднекавказской культуры. В это время отмечается не только сильное вытаптывание травянистого покрова, но и сведение лесной растительности на участке.

Наиболее семигумидные типы растительности, возможно, были развиты в эпоху энеолитической большемысской культуры.

В эпоху бронзы, как во время существования поселения, так и во время, когда оно было покинуто, фиксируется, на наш взгляд, климатически обусловленное остепнение места исследования. Признаком этого процесса в фитолитном почвенном профиле является постепенное увеличение степных морфотипов кремниевых частиц. Временную границу этого периода зафиксировать не удалось, так как она находится в период, когда поселение было оставлено.

Ближе к современному времени фиксируется, вероятно, увлажнение климата, что отражает и современная растительность.

Работа выполнена на базе лаборатории мониторинга биосферно-геосферных процессов Алтайского государственного университета при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (проект № 2013-220-04-129 «Древнейшее заселение Сибири: формирование и динамика культур на территории Северной Азии»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гольева А. А. Фитолиты и их информационная роль в изучении природных и археологических объектов. М. ; Сыктывкар : Элиста, 2001. 200 с.

Динесман Л. Г., Киселева Н. К., Князев А. В. История степных экосистем Монгольской Народной Республики. М. : Наука, 1989. 215 с.

Кирюшин К. Ю., Кирюшин Ю. Ф. Культурно-хронологические комплексы поселения Тыткескень-2 (итоги работ 1988 – 1994 гг.) / под науч. ред. А. П. Деревянко. Барнаул : Изд-во Алтайск. гос. ун-та, 2008. 335 с.

Огуреева Г. Н. Ботаническая география Алтая. М. : Наука, 1980. 188 с.

Сперанская Н. Ю., Соломонова М. Ю., Силантьева М. М. Трихомы и лопастные фитолиты растений как возможные индикаторы мезофильных сообществ при реконструкции растительности // Приволж. науч. вестн. 2013. № 11 (27). С. 40 – 46.

Сперанская Н. Ю., Соломонова М. Ю., Силантьева М. М. Разнообразие фитолитов ковылей (*Stipa*) юга Западной Сибири // Изв. Алтайск. гос. ун-та. 2014. № 3/1 (83). С. 89 – 94.

Соломонова М. Ю., Силантьева М. М., Сперанская Н. Ю. Реконструкция растительного покрова мест археологических работ: Новоильинка-3 и Нижняя Каянча (Алтайский край), Тыткескень-2 (Республика Алтай) // Приволж. науч. вестн. 2013. № 10 (26). С. 10 – 16.

Bremond L., Alexandre A., He'ly Ch., Guiot J. A phytolith index as a proxy of tree cover density in tropical areas : Calibration with Leaf Area Index along a forest – savanna transect in southeastern Cameroon // Global and Planetary Change. 2005. Vol. 45, iss. 4. P. 277 – 293.

Bremond L., Alexandre A., Wooller M. J., He'ly Ch., Williamson D., Schäfer P. A., Majule A., Guiot J. Phytolith indices as proxies of grass subfamilies on East African tropical mountains // Global and Planetary Change. 2008. Vol. 61, № 3. P. 209 – 224.

Carnelli A. L., Theurillat J.-P., Madella M. Phytolith types and type-frequencies in subalpine – alpine plant species of the European Alps // Review of Palaeobotany and Palynology. 2004. Vol. 129, iss. 1 – 2. P. 39 – 65.

Fernandez-Honane M., Zucol A. F., Osterrieth M. L. Phytolith Assemblages and Systematic Associations in Grassland Species of the South-Eastern Pampean Plains, Argentina // *Annals of Botany*. 2006. Vol. 98, № 6. P. 1155 – 1165.

Kealhofer L., Piperno D. R. Opal Phytoliths in Southeast Asian Flora. Washington : Smithsonian Institution Press, 1998. 39 p.

Lu H., Liu K.-b. Phytoliths of common grasses in the coastal environments of southeastern USA // *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 2003. Vol. 58, iss. 3. P. 587 – 600.

Lu H.-Yu., Wu N.-Q., Yang X.-D., Jiang H., Liu K.-b., Liu T.-Sh. Phytoliths as quantitative indicators for the reconstruction of past environmental conditions in China I : phytolith-based transfer functions // *Quaternary Science Reviews*. 2006. Vol. 25, iss. 9 – 10. P. 945 – 959.

Thorn V. C. An annotated bibliography of phytolith analysis and atlas of selected New Zealand subantarctic and subalpine phytoliths // *Antarctic Data Series*. 2004. № 29. P. 61 – 67.

Twiss P. C. Predicted world distribution of C3 and C4 grass phytoliths // *Phytoliths systematics : emerging issues* / eds. G. R. Rapp, S. C. Mulholland. New York : Plenum Press, 1992. Vol. 1. P. 113 – 128.

Twiss P. C., Suess E., Smith R. M. Morphological classification of Grass Phytoliths // *Soil Science Society of America Proceedings*. 1969. Vol. 33, № 1. P. 109 – 117.

Wallis L. An overview of leaf phytolith production patterns in selected northwest Australian flora // *Review of Palaeobotany and Palynology*. 2003. Vol. 125, iss. 3 – 4. P. 201 – 248.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 595.796(470.46)

К ЭКОЛОГИИ МАЛОИЗВЕСТНОГО ВИДА МУРАВЬЯ *CAMPONOTUS FEDTSCHENKOI* MAYR, 1877 (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) С ТЕРРИТОРИИ БОГДИНСКО-БАСКУНЧАКСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

К. А. Гребенников¹, В. В. Аникин²

¹ Государственный природный заповедник «Богдинско-Баскунчакский»
Россия, 416502, Астраханская обл., Ахтубинск, мр-н Мелиораторов, д. 19, кв. 1

² Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского
Россия, 410012, Саратов, Астраханская, 83
E-mail: orensau@mail.ru

Поступила в редакцию 20.12.2014 г.

К экологии малоизвестного вида муравья *Camponotus fedtschenkoi* Mayr, 1877 (Hymenoptera, Formicidae) с территории Богдинско-Баскунчакского заповедника. – Гребенников К. А., Аникин В. В. – Приводятся данные о распространении и особенностях экологии и биологии муравья *Camponotus fedtschenkoi* Mayr, 1877 (Hymenoptera, Formicidae) в Богдинско-Баскунчакском заповеднике – единственном известном местообитании вида в России. Дан критический анализ литературных сведений по экологии и биологии вида.

Ключевые слова: муравьи, *Camponotus fedtschenkoi*, фауна, экология, биология.

On the ecology of one little-known ant species – *Camponotus fedtschenkoi* Mayr, 1877 (Hymenoptera, Formicidae) in the Bogdinsko-Baskunchakskiy state nature reserve. – Grebennikov K. A. and Anikin V. V. – Data on the distribution and features of the ecology and biology of *Camponotus fedtschenkoi* Mayr, 1877 (Hymenoptera, Formicidae) in the Bogdinsko-Baskunchakskiy state nature reserve (the only known habitat of this species in Russia) are given. Critical analysis of the literature data of the species' ecology and biology is provided.

Key words: ants, *Camponotus fedtschenkoi*, fauna, ecology, biology.

Данный вид впервые был описан Густавом Майром по сборам А. П. Федченко из Средней Азии, современной территории Узбекистана (Майр, 1877; Mayr, 1880). В дальнейшем статус таксона неоднократно пересматривался (Forel, 1879, 1886) и окончательно был установлен К. Эмери в 1925 г. (Emery, 1925). Морфологическое описание всех полов и каст вида было дано Майром в описании вида, в дальнейшем оно неоднократно уточнялось и дополнялось (Рузский, 1905; Тарбинский, 1976; Длусский и др., 1990; Аракелян, 1994).

Географическое распространение вида до настоящего времени остается недостаточно изученным. В первом монографическом обзоре муравьев России (в границах Российской Империи на тот момент) Михаила Дмитриевича Рузского (Рузский, 1905) – *C. fedtschenkoi* рассматривался как подвид *C. maculatus* (Fabricius, 1792), а позднее уже как самостоятельный вид (Рузский, 1907). Вид дос-

товерно приводился М. Д. Рузским только для Средней Азии (в границах современного Таджикистана, Узбекистана, Туркмении и юго-запада Казахстана) и со ссылкой на литературные источники – для Закавказья и Сирии. Примечательно, что М. Д. Рузский лично посещал Нижнее Поволжье в окрестностях озера Баскунчак и горы Большое Богдо в 1902 г. (Рузский, 1903), однако рассматриваемый вид, достаточно «обычный» здесь в настоящее время, им не был выявлен (равно как и близкий и столь же встречаемый *C. turkestanus* Andre, 1881).

Позднее вид приводился для всех регионов Средней Азии, юга Казахстана, Афганистана, Закавказья, Ирана, Ближнего Востока (Тарбинский, 1976; Длусский и др., 1990; Аракелян, 1994). Однако на значительной части ареала (и во всех его периферийных областях) распространение вида изучено крайне слабо, и его современные границы требуют уточнения (рис. 1).

Для Европы вид до конца XX в. был указан лишь в единственном источнике (Определитель..., 1974), с нечетким определением «Юго-вост.» (юго-восток европейской части СССР). Следует заметить, что в более поздних работах, в том числе

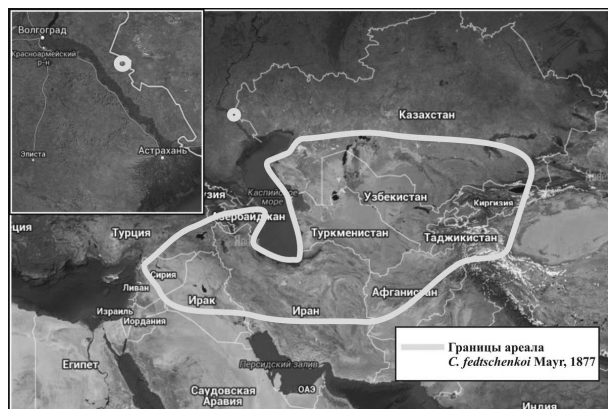


Рис. 1. Ареал *Camponotus fedtschenkoi* Maug, 1877 в границах Евразии

Однако более поздние исследования (Гребенников, 2013) показали нахождение вида и на других участках в окрестностях горы Большое Богдо. Работы, проведенные авторами в 2014 г., позволили выявить вид также близ северного берега оз. Баскунчак на значительном удалении от известных точек нахождения, а также уточнить особенности экологии и биологии вида на территории заповедника, которые рассмотрены ниже.

К настоящему моменту известное распространение вида в Богдинско-Баскунчакском заповеднике охватывает склоны горы Большое Богдо различной экспозиции (северо-западной, северной, северо-восточной, юго-восточной), местность западнее горы Большое Богдо (верховья балки Кордон) и низовья балки Белая на северном берегу оз. Баскунчак. В настоящее время *C. fedtschenkoi* в Европе и России известен только с территории одного из кластеров Богдинско-Баскунчакского заповедника («окрестность оз. Баскунчак»).

одного из авторов указанного определителя (Геннадия Михайловича Длусского), вид приводился лишь для юга Казахстана и более южных регионов СССР.

Впервые для России и современной территории Богдинско-Баскунчакского заповедника вид указан в обзоре муравьев Нижнего Поволжья (Гребенников и др., 2002). В этой работе вид был указан как крайне редкий и встречающийся лишь на небольшом участке песков в балке Сурикова.

Общей особенностью природного комплекса окрестностей оз. Баскунчак является обилие в нем реликтовых элементов, не характерных для сухих степей севера Прикаспийской низменности (Амосов и др., 2012). Часть данного комплекса связана непосредственно со склонами горы Большое Богдо, часть – с соляно-купольным ландшафтом денудационной равнины в целом. Значительную часть данного комплекса составляют пустынные виды, не встречающиеся нигде более в России и Европе (Аникин, 2007; Komarov, Zolotuhin, 2005). Вопрос о принадлежности *C. fedtschenkoi* к этому комплексу пока остается открытым. Окончательное решение вопроса о генезисе популяции вида в окрестностях оз. Баскунчак может быть найдено при более детальном мирмекологическом обследовании левобережных по отношению к Волге частей Волгоградской и Астраханской области. В случае выявления более широкого распространения вида (аналогично таксономически близкому *C. turkestanus*) специалистам удастся установить динамику вида в контексте ее корреляции с развивающимися в Северном Прикаспии процессами аридизации климата и опустынивания (Золотокрылин, Титкова, 2011).

Сведения о биологических особенностях вида до сегодняшнего дня отрывочны и несколько противоречивы. М. Д. Рузский в своем эколого-географическом анализе фауны муравьев России отмечает слабую изученность вида («Кроме того, области пустыни еще принадлежат ... *Camp. fedtschenkoi* ..., но характер их местообитания нам в точности остается пока не известным» (Рузский, 1907)). В сравнительных таблицах и списках видов отдельных природно-климатических зон и областей вид со знаком вопроса приводится и для пустынь, и для «горных степей», и для «культурных местностей», определяемых М. Д. Рузским как территория поселений и прилегающего к ним агроландшафта. Позднее, до второй половины XX в., дополнительных сведений о биологии и экологии *C. fedtschenkoi* не публиковалось. Особенности образа жизни вида в разных областях рассматриваются в ряде работ, опубликованных в конце прошлого столетия. В частности, к ним относятся две сводки по мирмекофауне отдельных областей Средней Азии (Тарбинский, 1976; Длусский и др., 1990). Однако обращают на себя внимание некоторые разночтения в двух указанных источниках. Если Ю. С. Тарбинский указывает как характерное местообитание вида сухие каменистые и глинистые участки среднего пояса гор от 1000 до 2600 м, то Г. М. Длусский, О. С. Союнов и С. И. Забелин приводят вид как для предгорий, так и для равнинных пустынь. Различаются и указанные в двух работах сроки лета: для горных районов Киргизии Ю. С. Тарбинский приводит сроки с середины мая до конца июня, для Туркмении указываются сроки с конца марта до начала мая. Еще одной работой, в которой описываются локальные особенности биологии вида, является сводка по муравьям Армении (Аракелян, 1994). В ней Г. Р. Аракелян указывает вид для песчаной пустыни и «сложноцветной полупустыни» и отмечает наличие крылатых особей в гнездах со второй половины марта по май. Следует также отметить, что описание биологии вида, приводимого как *C. turkestanus*, в пустынях Семиречья, судя по морфологическому описанию, данному П. И. Мариковским (1979) (прежде всего – темной окраске головы у крупных рабочих), по меньшей мере, отчасти относится в действительности к *C. fedtschenkoi*. Однако в силу отсутствия в работе П. И. Мариков-

ского явных указаний на рассматриваемый здесь вид, анализировать приведенные в ней данные не представляется возможным. Таким образом, на основании литературных данных, можно утверждать, что в Средней Азии и Закавказье *C. fedtschenkoi* является широко распространенным, многочисленным экологически пластичным пустынно-степным видом. Для вида характерна ночная фуражировка и сумеречный лёт крылатых особей весной.

Проведенные исследования единственной пока известной в России популяции вида в окрестностях оз. Баскунчак хоть и согласуются с указанными выше литературными данными по экологии и биоогии вида, но имеют свои региональные особенности. Гнезда *C. fedtschenkoi* выявлены в широком спектре стадий, значительно отличающихся характером почвенного покрова и составом растительности. В число которых входят, с одной стороны, участки песчаной степи с различной степенью закреплённости почвы – от сообщества *Calligonum aphyllum*, *Jurinea polyclo-nos*, *Helychrysum arenarium* в балке Сурикова (участок песчаной пустыни) до типичной песчаной степи с развитым покровом из *Stipa pennata* у песчаниковых скал юго-восточного склона горы Большое Богдо. С другой стороны, вид обитает и в широком спектре степных сообществ на плотных глинистых почвах с различной степенью засоления, наиболее типичных для окрестностей оз. Баскунчак. Гнезда выявлялись как на участках с отсутствием выраженного засоления (ассоциации *Agropyron desertorum* и *Arthemisia lерcheana* на супесчаных (балка Кордон) или глинистых (северо-восточный склон горы Большое Богдо) почвах, так и на солонцеватых различной степени. На северо-западном склоне горы Большое Богдо гнезда *C. fedtschenkoi* найдены в петрофитных сообществах (глинисто-каменистая степь) с участием *Anabasis salsa*, *Arthemisia pauciflora*, *Camphorosma monspeliaca*. В балке Белая вид обитает в глинистой полынно-житняковой степи со значительным участием *Anabasis aphylla*. Из характерных для территории заповедника местообитаний *C. fedtschenkoi* пока не выявлен на участках с сильным засолением (прибрежные солончаки оз. Баскунчак), на выходах гипса (карстовые поля) и в немногих имеющихся местах с заметным увлажнением. Таким образом, проведенные исследования показывают относительно высокую экологическую пластичность данного пустынно-степного вида в пределах каменистых и песчаных и песчано-глинистых биотопах заповедника на северо-западной границе его известного распространения в Евразии.

Выявленная динамика суточной и сезонной активности вида укладываются в ранее известные сведения. Так, авторами статьи наблюдалось, что на поверхности почвы рабочие ведут фуражировку исключительно в ночное время, выходя из гнезд сразу после захода солнца. Рабочие фуражируют поодиночке, встречаясь рассеянно. Лёт крылатых особей происходит в вечернее и сумеречное время весной. Массовый вылет самцов и самок в балке Белая наблюдался авторами статьи 20 апреля 2014 г. ориентировочно с 18⁰⁰ до 20⁰⁰ (рис. 2). На северо-западном склоне Богдо недавно вылетевшие (уже бескрылые) самки *C. fedtschenkoi* были отмечены 1 мая 2013 г. В более поздние сроки лёт крылатых особей и молодые самки-основательницы не отмечались, что позволяет считать основным временем лета для данного участка ареала вида середину – конец апреля. Это в большей степени

согласуется с приведенными выше данными Г. Р. Аракеляна и Г. М. Длусского с соавторами и ставит под некоторое сомнение данные Ю. С. Тарбинского, который отмечал отсутствие какой-либо динамики в активности муравьев. Следует заметить, что в условиях Богдинско-Баскунчакского заповедника лёт в начале лета (июнь) характерен для *C. turkestanus*, что также согласуется с данными, приводимыми для популяций этого вида в пустынях Туркмении.

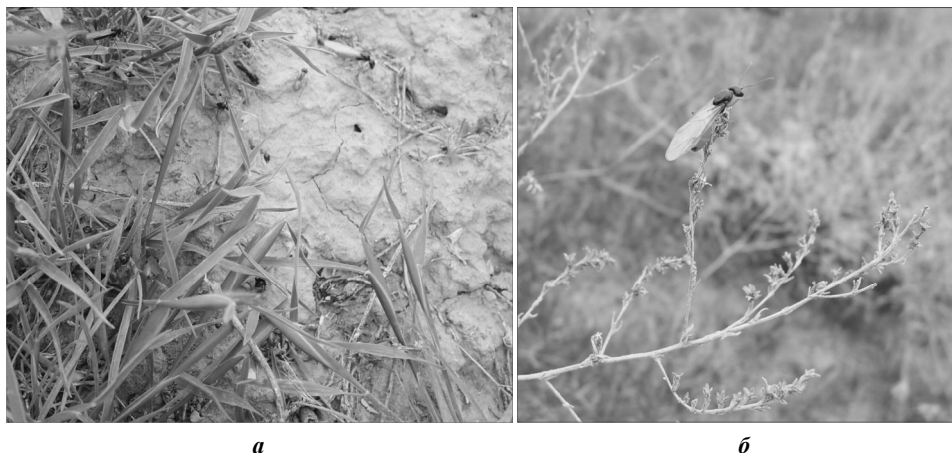


Рис. 2. Сумеречная активность муравьев при вылете в районе биотопа балка Белая 20.04.2014 г.: *а* – активность около гнезда, *б* – разлет самок и самцов (фото В. В. Аникина)

Таким образом, проведенные исследования мало изученного вида муравья *Camponotus fedtschenkoï* Mayr, 1877 в единственном известном его местообитании в пределах России и Европы (на северо-западной границе распространения) в основном подтверждают его ранее установленный экологический спектр и характер суточной и сезонной активности. Сравнение авторских данных исследований с литературными источниками выявило ряд частных противоречий, возможно, связанных с неверной идентификацией вида в ряде случаев. Полученные детальные сведения о распространении и образе жизни вида в Богдинско-Баскунчакском заповеднике могут быть использованы для более широкого и углубленного изучения вида в России, что представляет значительный интерес в контексте изменений климата и природных сообществ на границе пустынной и степной зон.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Амосов П. Н., Александрова А. В., Бухарицин П. И., Головачев И. В., Землянская И. В., Змитрович И. В., Каганов В. В., Карпенко Н. Т., Капралов С. А., Кулаков В. Г., Кутлусурина Г. В., Моргун Д. В., Муханов А. В., Новожилов Ю. К., Полюнова Г. В., Попов А. В., Попов Е. С., Ребриев Ю. А., Сафронова И. Н., Светашева Т. Ю. Состояние и многолетние изменения природной среды на территории Богдинско-Баскунчакского заповедника / ред. И. Н. Сафронова, П. И. Бухарицин, А. В. Бармин. Волгоград : Царицын, 2012. 360 с.

Аникин В. В. Редкие и уникальные виды чешуекрылых (Insecta, Lepidoptera) Богдинско-Баскунчакского заповедника // Проблемы и стратегия сохранения аридных экосистем Российской Федерации. Ахтубинск : Царицын, 2007. С. 59 – 61.

Аракелян Г. Р. Фауна Республики Армения // Насекомые перепончатокрылые. Муравьи (Formicidae). Ереван : Гитютюн, 1994. 153 с.

Гребенников К. А., Дубовиков Д. А., Савранская Ж. В. Эколого-фаунистическая характеристика муравьев (Hymenoptera, Formicidae) Нижнего Поволжья // Биоразнообразие насекомых Юго-Востока Европейской части России / Регион. центр по изучению и сохранению биоразнообразия; Волгоградское отд-ние Рус. энтомол. о-ва. Волгоград, 2002. С. 178 – 195.

Гребенников К. А. История изучения и дополнения к фауне муравьев (Hymenoptera, Formicidae) Богдинско-Баскунчакского заповедника // Исследования природного комплекса окрестностей озера Баскунчак. Волгоград : Волгогр. науч. изд-во, 2013. С. 42 – 50.

Длусский Г. М., Союнов О. С., Забелин С. И. Муравьи Туркменистана. Ашхабад : Ылым, 1990. 273 с.

Золотокрылин А. Н., Титкова Т. Б. Тенденция опустынивания Северо-Западного Прикаспия по MODIS-данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8, № 8. С. 217 – 225.

Майр Г. Муравьи (Formicidae). Путешествие в Туркестан Федченко // Изв. О-ва любителей естествознания, антропологии, этнографии. 1877. Т. 26. С. 1 – 20.

Мариковский П. И. Муравьи пустынь Семиречья. Алма-Ата : Наука КазССР, 1979. 264 с.

Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. 3. Перепончатокрылые. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1978. Ч. 1. 584 с.

Рузский М. Д. Муравьи России. Т. 1 // Тр. Казанск. о-ва естествоиспытателей. 1905. Т. 38, № 5 – 7. С. 3 – 798.

Рузский М. Д. Муравьи России. Т. 2 // Тр. Казанск. о-ва естествоиспытателей. 1907. Т. 40, № 1. С. 3 – 112.

Рузский М. Д. Очерк мирмекологической фауны Киргизской степи // Тр. Рус. энтомол. о-ва. 1903. Т. 36. С. 294 – 316.

Тарбинский Ю. С. Муравьи Киргизии. Фрунзе : Илим, 1976. 217 с.

Emery C. Hymenoptera. Fam. Formicidae. Subfam. Formicinae // Genera Insectorum. 1925. Vol. 183. P. 1 – 302.

Forel A. Études myrmécologiques en 1879 (deuxième partie [1re partie en 1878]) // Bull. de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles. 1879. T. 16. P. 53 – 128.

Forel A. Études myrmécologiques en 1886 // Annales de la Société Entomologique de Belgique. 1886. T. 30. P. 131 – 215.

Komarov D. A., Zolotuhin V. V. A new species of *Meharia* Chretien, 1915 (Cossidae) from the Lower Volga Region // Nota Lepidopterologica. 2005. Vol. 28, № 1. P. 49 – 54.

Mayr G. Die Ameisen Turkestan's, gesammelt von A. Fedtschenko // Tijdschrift voor Entomologie. 1880. T. 23. P. 17 – 40.

УДК 502.13(470.54-751.2)

РОЛЬ ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ В СОХРАНЕНИИ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ

Н. В. Золотарева, Е. Н. Подгаевская

*Институт экологии растений и животных УрО РАН
Россия, 620144, Екатеринбург, 8 Марта, 202
E-mail: enp@ipae.uran.ru*

Поступила в редакцию 05.05.2014 г.

Роль памятников природы Свердловской области в сохранении редких видов растений. – Золотарева Н. В., Подгаевская Е. Н. – Были исследованы памятники природы центральных и южных районов Свердловской области – наиболее заселенной и трансформированной части территории. Показано, что, несмотря на отсутствие реальных мер охраны, памятники природы являются местообитанием большого числа охраняемых и эндемичных видов растений, а их обследование приводит к выявлению новых местонахождений редких или ранее не известных на территории области видов высших растений.

Ключевые слова: памятники природы, охраняемые растения, эндемичные растения, Свердловская область.

Role of nature sanctuaries in the Sverdlovsk region for rare plant species conservation. – Zolotareva N. V. and Podgaevskaya E. N. – Nature sanctuaries in the central and southern districts (the most populated and transformed part) of the Sverdlovsk region were studied. It is shown that, in spite of the absence of real protection measures, these nature sanctuaries serve habitats for many rare and endemic plant species and their surveys promote revealing new habitats of rare species of higher plants and even those earlier unknown in the region.

Key words: nature sanctuaries, protected plants, endemic plants, Sverdlovsk region.

В настоящее время в Свердловской области существует одна из наиболее полных на Урале систем особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Она включает 3 федеральных ООПТ (заповедники «Висимский» и «Денежкин Камень», национальный парк «Припышминские боры»), а также большое число ООПТ областного подчинения, в том числе 423 памятника природы. Несмотря на то, что памятники природы относятся к наименее охраняемой категории ООПТ, их роль в сохранении фиторазнообразия области значительна, именно здесь произрастают 77% охраняемых и 55% эндемичных для Урала видов, встречающихся на территории области (Мухин и др., 2011 а). При этом степень выявления флористического разнообразия на ООПТ различного уровня сильно отличается, наиболее полно изучена флора заповедников и национального парка (Марина, 1987; Растения и грибы..., 2003; Куликов, Кирсанова, 2012), памятники природы исследовались в рамках проектов, зачастую не имеющих природоохранных задач, в связи с чем полная информация о видовом составе, присутствии охраняемых и эндемичных видов есть для немногих из них (Князев, 2009; Князев и др., 2012). В последние годы изучением современного состояния памятников природы активно занимаются сотрудники лаборатории биоразнообразия растительного мира и микобио-

ты Института экологии растений и животных УрО РАН под руководством доктора биологических наук, профессора В. А. Мухина (Мухин и др., 2011 а, б; Золотарева, Подгаевская, 2012) в тесном сотрудничестве с Комиссией по охране природы, предпринимающей значительные усилия для организации и сохранения ООПТ на территории области (Мамаев и др., 2004; Князев и др., 2007).

Особого внимания заслуживают наиболее заселенные районы Свердловской области, длительное время подвергающиеся антропогенному воздействию – это центральная и южная части территории, характеризующиеся сильной и очень сильной степенью трансформации растительного покрова (Горчаковский и др., 2000), но именно здесь сосредоточено наибольшее флористическое разнообразие (Никонова и др., 1999). Рассматриваемая территория охватывает Предуралье, горную часть Урала и Зауралье, здесь проходят границы нескольких природных зон и подзон: большая часть относится к подзоне южной тайги, выражена подзона предлесостепных сосново-березовых лесов таежной зоны, представлена и подзона северной лесостепи. Памятники природы центральных и южных районов области очень разнообразны по типу: это ботанические, ботанико-геоморфологические, геологические и геоморфологические, гидрологические, ландшафтные и комплексные. Наибольший интерес вызывают памятники природы, представленные скальными обнажениями и степными участками, так как именно здесь сконцентрированы редкие во флоре области степные и петрофитно-степные виды, в таежной зоне являющиеся реликтами, а также эндемичные для Урала виды, большая часть которых, по мнению П. Л. Горчаковского (1969), относится к высокогорным и скально-горностепным растениям.

Целью наших исследований было выявление роли памятников природы центральных и южных районов Свердловской области в сохранении редких и исчезающих видов растений.

В период с 2008 по 2013 г. в 12 районах Свердловской области (СО) авторами статьи были исследованы все ботанические памятники природы (ПП), созданные для сохранения степной растительности (9), а также ботанико-геоморфологические, геологические и другие – скальные обнажения по берегам рек (33), на которых существуют виды степного и лесостепного флористического комплекса (табл. 1). Таким образом, исследовано 10% всех памятников природы СО и пятая часть ПП, представленных скальными выходами (149). Всего на территории рассматриваемых памятников природы произрастают 28 видов, внесенных в региональную и федеральную Красные книги (Красная книга Российской Федерации, 2008; Красная книга Свердловской области, 2008), что составляет 22% от всех охраняемых в области растений. Также в пределах исследованных памятников природы встречаются 20 видов, эндемичных для флоры Урала, что составляет 23% от всех эндемиков, отмеченных в Свердловской области (Куликов и др., 2013). Таким образом, 42 рассматриваемых памятника природы включают 6 видов, внесенных в Красную книгу РФ (2008): *Cypripedium calceolus* L., *Minuartia krascheninnikovii* Schischk., *Neottianthe cucullata* (L.) Schltr., *Stipa dasyphylla* (Lindem.) Trautv., *S. pulcherrima* C.Koch, *S. pennata* L.; 22 вида, внесенных в Красную Книгу Свердловской области (2008): *Adonis vernalis* L., *Asparagus officinalis* L., *Aster alpinus* L., *Clausia aprica*

(Steph.) Korn.-Tr., *Coeloglossum viride* (L.) Hartm., *Cypripedium guttatum* Sw., *Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb., *Digitalis grandiflora* Mill., *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Bess., *Goodyera repens* (L.) R.Br. in Aiton & W.T.Aiton, *Lilium pilosiusculum* (Frey) Misch., *Minuartia helmii* (Fisch.) Schischk., *Oxytropis spicata* (Pall.) O. et B. Fedtsch., *Parietaria micrantha* Ledeb., *Platanthera bifolia* (L.) Rich., *Potentilla sericea* L., *Pulsatilla uralensis* (Zām.) Tzvel., *Schivereckia hyperborea* (L.) Berkutenko, *Serratula gmelinii* Tausch, *Thymus bashkiriensis* Klok. et Shost., *T. talijevii* Klok. & Shost., *T. uralensis* Klok., еще 4 вида включены в Приложения региональной и федеральной Красных книг: *Elytrigia reflexiaristata* (Nevski) Nevski, *Orobancha krylowii* G. Beck., *Oxytropis kungurensis* Knjasev, *Vicia uralensis* Knjasev, Kulikov et Philippov. Эндемики Урала на территории исследованных памятников природы представлены 20 видами: *Alchemilla lessingiana* Juz., *Astragalus silvestripaceus* Knjasev, *Dianthus acicularis*, *Elytrigia reflexiaristata*, *Euphorbia gmelinii* Steud., *E. korshinskyi* Geltm., *Impatiens uralensis* A.K. Skvortsov, *Minuartia helmii*, *M. krascheninnikovii*, *Oxytropis kungurensis*, *O. spicata*, *Poa korshinskyi* Tzvel., *Serratula gmelinii*, *Seseli krylovii* (V.N. Tikhom.) Pimenov & Sdobnina, *Thymus bashkiriensis*, *T. binervulatus* Klok. et Shost., *T. hirticaulis* Klok., *T. punctulosus* Klok., *T. uralensis*, *Vicia uralensis*. В совокупности на исследованных памятниках природы насчитывается 42 охраняемых и эндемичных вида, существенно отличающихся по частоте присутствия на памятниках природы: 45% видов отмечены менее чем на 10% ПП, еще 45% видов встречены на 11 – 50% ПП, и только 10% видов встречаются более, чем на 50% ПП (51 – 70%), к наиболее распространенным относятся *Aster alpinus*, *Euphorbia gmelinii*, *Pulsatilla uralensis*, *Thymus punctulosus*.

Таблица 1

Охраняемые и эндемичные виды на исследованных памятниках природы в южных и центральных районах Свердловской области

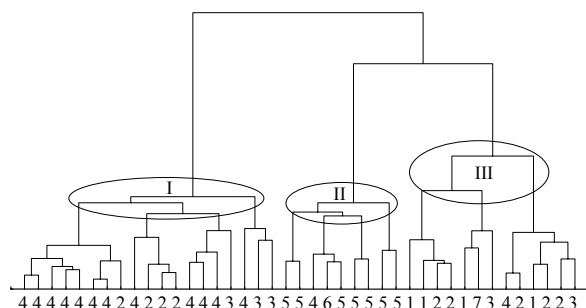
Муниципальное образование	Кол-во охраняемых*/ эндемичных* видов в районе	Кол-во Исследованных памятников природы	Суммарное кол-во видов на исследованных памятниках природы, (min – max на памятник)	
			охраняемых	эндемичных
Артинский	5/5	2	3 (2 – 3)	5 (3 – 4)
Красноуфимский	24/19	5	17 (2 – 13)	15 (3 – 8)
Каменский** ¹	22/10	14	18 (3 – 14)	10 (2 – 8)
Сухоложский	14/9	4	14 (2 – 6)	7 (1 – 5)
Режевской** ²	19/14	9	16 (3 – 11)	11 (1 – 7)
Екатеринбург** ³	14/7	3	13 (4 – 7)	7 (3 – 5)
Ирбитский	12/4	1	4	1
Горноуральский	14/11	4	11 (3 – 7)	10 (1 – 7)

Примечание. * Учитывали только виды, произрастающие в степных сообществах и на скалах; ** в случае, когда на территории района исследован только один ПП, данные по его видовому составу присоединяли к ближайшему в территориальном отношении, расположенному в той же природной зоне (¹+1 ПП Талицкого, ²+1 ПП Артемовского, ³+ по 1 ПП из Березовского и Сысертского районов).

Состав охраняемых и эндемичных видов исследованных ПП в значительной степени различается, что подтверждается невысоким средним значением коэффи-

циента Чекановского – Сьеренсена – 0.38. При построении дендрограммы сходства видового состава охраняемых и эндемичных растений памятников природы выделяются три кластера (рисунок), отражающие общие ботанико-географические закономерности, существующие на территории Среднего Урала. В первый наиболее крупный кластер объединены памятники природы, представленные береговыми скальными обнажениями по рекам восточного макросклона Урала: Пышме, Режу, Исети, в пределах Среднего Урала – именно здесь произрастают такие виды, как *Minuartia krascheninnikovii*, *Potentilla sericea*, располагается большая часть местонахождений *Poa korshinskyi*.

Второй кластер объединяет памятники природы, расположенные в западных предгорьях Урала, в границах Красноуфимской лесостепи – это участки степной растительности, представленной луговыми степями, их петрофитными вариантами, зарослями степных кустарников (Золотарева, Подгаевская, 2012). Этот кластер дифференцируется видами, встречающимися на территории Свердловской области только в пределах Красноуфимской лесостепи, где находятся их наиболее северные местонахождения, значительно удаленные от основного ареала – *Alchemilla lessingiana*, *Serratula gmelinii*, *Thymus binervulatus*. Также только для этого кластера характерны *Oxytropis spicata* и *Stipa pulcherrima*, несмотря на то, что для каждого из них известны единичные местонахождения в Зауралье, там к территории памятников природы они не относятся.



Дендрограмма сходства состава охраняемых и эндемичных видов памятников природы, построенная на основе значений коэффициента Чекановского – Сьеренсена. Римские цифры – номера кластеров (I – остепненные скальные обнажения по рекам восточного макросклона Урала, II – участки степной растительности в западных предгорьях Урала, III – облесенные скальные обнажения по рекам восточного макросклона Урала). Арабские цифры – номера, указывающие на местонахождение памятников природы (1 – по р. Тагил, 2 – по р. Реж, 3 – по р. Пышма, 4 – по р. Исеть, 5 – Красноуфимская лесостепь, 6 – в окр. г. Екатеринбурга, 7 – по р. Ирбит). При построении дендрограммы был исключен памятник природы «Солонцы у д. Гомзикова» (Талицкий район) в связи с отсутствием в его пределах охраняемых и эндемичных видов

В третий кластер объединены памятники природы, представленные береговыми скальными обнажениями по рекам восточного макросклона Урала, отличающиеся от объектов первого кластера меньшим остепнением. Сюда относятся как скалы по р. Тагил, расположенные в подзоне средней тайги, так и облесенные скалы по рекам Реж и Пышма в подзонах южной тайги и предлесостепных сосново-березовых лесов. Существование этого кластера обусловлено присутствием видов, характерных для лесных сообществ, которые покрывают вершины и склоны скал: *Coeloglossum viride*, *Cypripedium guttatum*, *C. calceolus*, а также *Impatiens uralensis*,

произрастающего во влажных тенистых местообитаниях у подножья облесенных скал.

Данные, представленные в табл. 1, позволяют оценить роль памятников природы в сохранении редких видов на уровне административных образований. Количество охраняемых видов соответствующей экологии, встречающихся на исследованных памятниках природы, составляет от 60 до 100%, а эндемичных – от 25 до 100% от общего числа отмеченных для района. Некоторые памятники природы отличаются особенно высоким разнообразием охраняемых и эндемичных видов: так, на ПП «Александровские степи и остепненная растительность на Александровских сопках» (Красноуфимский район) отмечено 13 охраняемых и 8 эндемичных видов; еще богаче ПП «Скала Филин» (Каменский район) – 14 охраняемых и 8 эндемичных видов. При продвижении в северном направлении даже наиболее крупные памятники природы становятся беднее: так, самый богатый ПП Камень «Першинский» (Режевской район) включает 6 охраняемых и 6 эндемичных видов, а на ПП «Гора Медведь Камень» (Горноуральский район) насчитываются 7 охраняемых и 7 эндемичных видов. При этом, к какому бы типу не относился памятник природы, даже если он объявлен только как геоморфологический, на его территории произрастает как минимум один охраняемый или эндемичный вид, а некоторые геоморфологические памятники природы, например «Скала Слоновьи ноги» (Каменский район) не уступает по количеству охраняемых (10) и эндемичных (7) видов расположенному на противоположном берегу р. Исеть ботанико-геоморфологическому памятнику природы «Скалы Семь братьев», где отмечено 11 охраняемых и 6 эндемичных видов.

Недостаточная изученность растительного мира памятников природы проявляется в большом числе новых местонахождений охраняемых, эндемичных и реликтовых видов, выявленных авторами статьи во время исследований. Поскольку основное внимание уделялось объектам, включающим степную растительность, то большая часть видов, для которых уточнено распространение, по ценотической приуроченности относится к петрофитно-степным, степным и скальным.

В результате проведенных исследований получена новая информация по распространению на территории Свердловской области 76 видов высших растений, 5 из них ранее не указывались для флоры области, 32 – охраняемые растения (включенные в региональную и федеральную Красные книги и в Приложения к ним), 20 – эндемичные виды для флоры Урала, 44 вида степного и лесостепного флористического комплекса, для 31 вида выявлены местонахождения, маркирующие пределы распространения. Новые для области виды представлены 1) *Alchemilla lessingiana*, *Thymus binervulatus* – эндемиками Урала, ближайшие местонахождения которых были известны с территории Челябинской области (Золотарева, 2011); 2) *Artemisia nitrosa* Weber, *Limonium gmelinii* (Willd.) Kuntze. – видами, приуроченными к солонцеватым почвам и обычными в приграничных районах Курганской области; 3) *Alyssum turkestanicum* Regel & Schmalh. var. *desertorum* (Stapf) Botsch. – видом, произрастающим на участке с большим числом степных растений на северном пределе распространения (Золотарева и др., 2014).

Существует целая группа видов, для которых до исследований авторов статьи на территории области были известны 1 – 2 местонахождения: так, для *Taraxacum*

proximum (Dahlst.) Dahlst. – европейского лесостепного и степного реликтового вида – было известно только одно местонахождение в Сысертском районе (Князев, 2009), в настоящее время вид выявлен нами в Артемовском, Каменском, Березовском, Сухоложском, Режевском районах (Золотарева и др., 2014). Немногочисленные местонахождения *Agropyron kasachstanicum* – казахстанско-южносибирского горно-лесостепного реликтового вида – на территории Свердловской области ранее были известны по р. Исеть у г. Каменск-Уральский выше и ниже Чирова лога (Князев, 2008), нами найдены новые местонахождения вида в Сухоложском районе, где он произрастает по скалам левого берега р. Пышма выше и ниже с. Рудянское (Князев и др., 2012).

Особый интерес вызывает группа видов, для которых на территории области выявлены местонахождения, маркирующие пределы распространения. Из 31 вида этой группы 27 – виды степного и лесостепного флористического комплекса, для которых отмечены наиболее северные местонахождения: в районах, относящихся к подзоне северной лесостепи (Красноуфимский, Каменский, Талицкий) найдены наиболее северные местообитания – 6 видов, в подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов (Сухоложский район) – 4 видов, в подзоне южной тайги (Алапеевский, Артемовский, Режевской районы) – 10 видов, в подзоне средней тайги (Горноуральский, Верхнесалдинский районы) – 7.

Кроме 42 памятников природы нами были исследованы 34 местообитания скальной и степной растительности, не входящие в областную систему ООПТ, выявлено их флористическое разнообразие, что дает возможность оценить состоятельность данной системы, в частности памятников природы в деле сохранения ботанических объектов. Нами были выбраны виды, для которых существуют достоверные данные о местонахождениях, не относящихся к ООПТ, и проанализировано их присутствие как на ПП, так и за их пределами. До проведения наших исследований было известно о присутствии на ПП только 13 видов из 23 рассматриваемых (табл. 2). С учетом полученных данных 20 видов из этого списка встречаются в границах памятников природы, при этом 4 вида, из выявленных нами впервые для флоры области, произрастают исключительно на территории памятников природы. Однако из всего списка три вида, в том числе два охраняемых, в южных и центральных районах Свердловской области были и остаются за пределами ООПТ. Так, основные местонахождения *Bupleurum multinerve* DC. сосредоточены на севере области. На юго-западе Свердловской области володушка многожилчатая отмечена в 4 точках, только одна из которых относится к ООПТ, где в настоящее время вид нами не обнаружен. Все известные местонахождения *Aconitum nemorosum* Bieb. ex Reichenb. на территории Свердловской области отмечены за пределами ООПТ (Красная книга Свердловской..., 2008; Золотарева, 2011; Золотарева, Подгаевская, 2012).

Памятники природы относятся к наименее охраняемой и недостаточно изученной категории ООПТ, при этом количественно составляют основную часть охраняемых территорий Свердловской области. Исследованные памятники природы зачастую имеют небольшую площадь и подвергаются серьезным антропогенным воздействиям, но даже в наиболее заселенной и трансформированной части облас-

РОЛЬ ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ти все они продолжают выполнять свою природоохранную функцию, являясь местообитаниями редких растений. Небольшое число богатых скальных обнажений или хорошо сохранившихся степных участков в некоторых административных районах практически исчерпывает все разнообразие степных, петрофитно-степных, скальных охраняемых и эндемичных видов, характерных для данной местности. В результате инвентаризации видового состава 42 памятников природы было уточнено распространение 76 видов высших растений, в том числе 32 видов, включенных в региональную и федеральную Красные книги и в Приложения к ним, 20 видов эндемичных для флоры Урала, а также выявлено 5 видов, ранее не известных на территории Свердловской области. Все это позволяет говорить о целесообразности существующей системы памятников природы, часто являющихся еще неизвестными местообитаниями редких или новых для флоры области видов.

Таблица 2

Присутствие некоторых редких и охраняемых видов Свердловской области
в пределах и за пределами памятников природы по данным, известным
до и после проведенных авторами исследований (южные и центральные районы области)

Название вида	Статус	Ранее известные местонахождения		Новые местонахождения, выявленные авторами	
		на ПП	вне ПП	на ПП	вне ПП
<i>Aconitum nemorosum</i>	Р, Кр. кн. СО	0	5	0	2
<i>Agropyron kazachstanicum</i>	Р	3	0	1	3
<i>Alchemilla lessingiana</i>	Э	0	0	2	0
<i>Alyssum turkestanicum</i> var. <i>desrtorum</i>	Р	0	0	1	0
<i>Artemisia nitrosa</i>	СПР	0	0	1	0
<i>Asparagus officinalis</i>	Кр. кн. СО	4	5	10	2
<i>Astragalus falcatus</i>	Р, Кр. кн. СО	3	3	0	2
<i>Astragalus silvestreppaceus</i>	Э	2	2	1	1
<i>Bupleurum multinerve</i>	Р, Кр. кн. СО	0	1	0	3
<i>Circaea quadrisulcata</i>	Р, Кр. кн. СО	0	1	1	0
<i>Elytrigia reflexiaristata</i>	Э, Пр. Кр. кн. РФ	15	25	3	1
<i>Euphorbia gmelinii</i>	Э	19	10	10	12
<i>Euphorbia korshinskyi</i>	Э	11	0	15	7
<i>Helichrysum arenarium</i>	Р	0	0	0	1
<i>Limonium gmelinii</i>	СПР	0	0	1	0
<i>Serratula gmelinii</i>	Э, Кр. кн. СО	1	0	1	0
<i>Stipa capillata</i>	Р	7	4	3	1
<i>Stipa dasyphylla</i>	Р, Кр. кн. РФ	2	4	0	1
<i>Stipa pulcherrima</i>	Р, Кр. кн. РФ	1	3	1	2
<i>Taraxacum proximum</i>	Р	0	1	8	9
<i>Thymus binervulatus</i>	Э	0	0	2	1
<i>Thymus punctulosus</i>	Э	17	3	10	3
<i>Vicia uralensis</i>	Э, Пр. Кр. кн. СО	11	2	2	1

Примечание. Э – эндемичный для Урала вид, Р – реликтовый вид, СПР – вид на северной границе сплошного ареала, Кр. Кн. СО – Красная книга Свердловской области, Пр. Кр. Кн. СО – Приложение к Красной книге Свердловской области, Кр. кн. РФ – Красная книга Российской Федерации, Пр. Кр. кн. РФ – Приложение к Красной книге Российской Федерации.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Свердловской области (проект № 13-04-96057), и Уральского отделения РАН (проект № 12-44-005-СГ).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Горчаковский П. Л. Основные проблемы исторической фитогеографии Урала / Урал. фил. АН СССР. Свердловск, 1969. 285 с.

Горчаковский П. Л., Никонова Н. Н., Фамелис Т. В. Фитоэкологическая карта как средство оценки состояния и антропогенной трансформации растительного покрова // Экология. 2000. № 6. С. 411 – 418.

Золотарева Н. В. Новые местонахождения редких видов растений на территории Свердловской области // Ботанические чтения : материалы науч.-практ. конф. Ишим : Изд-во Ишимск. гос. пед. ин-та им. П. П. Ершова, 2011. С. 41 – 42.

Золотарева Н. В., Подгаевская Е. Н. Современное состояние горных степей Свердловской области // Экология. 2012. № 5. С. 331 – 339.

Золотарёва Н. В., Подгаевская Е. Н., Князев М. С. Лесостепные и степные виды на северном пределе распространения (ботанические находки на территории Среднего Урала) // Бот. журн. 2014. Т. 99, № 3. С. 352 – 358.

Князев М. С. Дополнения к флоре Северного и Среднего Урала // Ботанические исследования на Урале : материалы регион. с междунар. участием науч. конф., посвящ. памяти П. Л. Горчаковского. Пермь : Изд-во Пермск. гос. ун-та, 2009. С. 174 – 176.

Князев М. С. Петрофитная растительность на реках Исеть, Камышенка, Каменка // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. Курган : Изд-во Курганск. гос. ун-та, 2008. С. 201 – 204.

Князев М. С., Золотарёва Н. В., Подгаевская Е. Н. Реликтовые фрагменты лесостепи в Зауралье // Бот. журн. 2012. Т. 97, № 10. С. 1279 – 1292.

Князев М. С., Мамаев С. А., Власенко В. Э. Реликтовые сообщества и популяции петрофильных видов растений на территории северных районов Свердловской области и проблема их охраны // Экология. 2007. № 5. С. 343 – 349.

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

Красная книга Свердловской области : животные, растения, грибы / Мин-во природных ресурсов Свердловской области. Екатеринбург : Баско, 2008. 256 с.

Куликов П. В., Золотарева Н. В., Подгаевская Е. Н. Эндемичные растения Урала во флоре Свердловской области. Екатеринбург : Изд-во «Гошицкий», 2013. 612 с.

Куликов П. В., Кирсанова О. Ф. Сосудистые растения заповедника «Денежкин Камень» (Аннотированный список видов) / под ред. В. С. Новикова. М. : Изд. Комиссии РАН по сохранению биологического разнообразия, 2012. 139 с. (Флора и фауна заповедников; вып. 119).

Мамаев С. А., Ипполитов В. В., Князев М. С., Ухнаев В. А. Природные резерваты Свердловской области : справочник. Екатеринбург : УрО РАН, 2004. 129 с.

Марина Л. В. Сосудистые растения Висимского заповедника (оперативно-информационный материал) / под ред. В. Н. Тихомирова. М., 1987. 43 с. (Флора и фауна заповедников СССР).

Мухин В. А., Золотарева Н. В., Подгаевская Е. Н., Куликов П. В., Третьякова А. С., Пустовалова Л. А., Ерохина О. В., Ивченко Т. Г. Системообразующая роль Висимского биосферного заповедника в сохранении регионального фитогеонофа // Современное состояние и перспективы развития ООПТ Урала : материалы науч.-практ. конф. Екатеринбург : Урал. изд.-полиграф. центр, 2011 а. С. 206 – 211.

Мухин В. А., Куликов П. В., Золотарёва Н. В., Ерохина О. В., Подгаевская Е. Н., Пустовалова Л. А., Третьякова А. С., Ивченко Т. Г. Роль ботанических памятников природы в

РОЛЬ ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

сохранении редких и исчезающих видов растений // Вопросы экологии лесных экосистем : материалы конф. / Науч.-исслед. ин-т горного лесоводства и экологии леса. Сочи, 2011 б. С. 180 – 183.

Никонова Н. Н., Фамелис Т. В., Шурова Е. А. Экологическая дифференциация и биологическое разнообразие растительного покрова Свердловской области // Экология. 1999. № 3. С. 224 – 227.

Растения и грибы национального парка «Припышминские боры». Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2003. 204 с.

УДК 598.279.23(470.42)

ОРЛАН-БЕЛОХВОСТ (*HALIAEETUS ALBICILLA*) (ACCIPITRIDAE, AVES) В УНДОРОВСКИХ И СЕНГИЛЕЕВСКИХ ГОРАХ

М. В. Корепов, С. А. Стрюков, П. В. Миронов,
А. С. Гужов, Н. Н. Тимошенко

Ульяновский государственный педагогический университет им. И. Н. Ульянова
Россия, 432700, Ульяновск, пл. 100-летия со дня рождения В. И. Ленина, 4
E-mail: korepov@list.ru

Поступила в редакцию 03.05.2014 г.

Орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla*) (Accipitridae, Aves) в Ундоровских и Сенгилеевских горах. – Корепов М. В., Стрюков С. А., Миронов П. В., Гужов А. С., Тимошенко Н. Н. – Приведены результаты учёта численности и изучения биологии орлана-белохвоста (*Haliaeetus albicilla* Pallas, 1771) на побережье Куйбышевского водохранилища в Ундоровских и Сенгилеевских горах в зимне-весенний период 2014 г. Всего на 80 км береговой линии выявлено 12 гнездовых участков орланов, в том числе на 10 из них обнаружены жилые гнёзда, ещё на двух отмечены территориальные птицы. В Ундоровских горах плотность гнездования вида составила 20 пар/100 км побережья, в Сенгилеевских горах – 12 пар/100 км побережья. Все обнаруженные гнёзда расположены в 400-метровой прибрежной зоне водохранилища. Для устройства гнёзд орланы предпочитают сосны.

Ключевые слова: орлан-белохвост, Куйбышевское водохранилище, Ундоровские горы, Сенгилеевские горы.

White-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*) in the Undory and Sengiley mountains. – Korepov M. V., Stryukov S. A., Mironov P. V., Guzhov A. S., and Tymoshenko N. N. – The results of our abundance census and biology studies of the white-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla* Pallas, 1771) on the coast of the Kuibyshev reservoir, in the Undory and Sengiley mountains in the winter and spring seasons of 2014 are presented. 12 eagle nesting sites were identified along an 80 km coastline, including 10 ones with living birds' nests, with territorial birds noted on other two ones. The nesting density of the species was 20 and 12 pairs/100 km of coastline in the Undory and Sengiley mountains, respectively. All the detected nests were located within the 400-m coastal zone of the reservoir. Eagles prefer nesting on pines.

Key words: white-tailed eagle, Kuibyshev reservoir, Undory mountains, Sengiley mountains.

В настоящее время орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla* Pallas, 1771) продолжает оставаться редким видом России (Красная книга..., 2001). В то же время в европейской части ареала наблюдается тенденция к увеличению численности хищника (Орлан-белохвост..., 2013), а в 2009 г. данный вид был исключен Международным союзом охраны природы из списка угрожаемых. В связи с этим необходима инвентаризация и регулярный мониторинг гнездовых участков орланов в основных очагах размножения. Особенно актуально это для Среднего Поволжья, ввиду того что в последнем издании Красной книги Российской Федерации (2001) информация о численности орлана-белохвоста в данном регионе отсутствует.

В Поволжье одними из ключевых местообитаний орланов являются водохранилища, расположенные на Волге, что обусловлено трофической специализацией хищника (питание рыбой). На волжском побережье и островах сосредоточены ос-

новные места гнездования вида. Ранее авторами статьи был проведен мониторинг одной из крупнейших на Средней Волге гнездовых группировок орланов, локализованной в Шучьих горах (республика Татарстан) (Корепов и др., 2013). В 2014 г. исследования на побережье Куйбышевского водохранилища были продолжены в пределах Ундоровских и Сенгилеевских гор (Ульяновская область). Результаты этих исследований представлены в настоящей статье.

Рассматриваемые природные объекты находятся на восточной окраине центральной части Приволжской возвышенности, окаймлённой высоким правым берегом Волги. Ундоровские горы расположены на побережье центрального плёса Куйбышевского водохранилища между с. Ундоры Ульяновского района и г. Ульяновск. Урочище представляет собой полосу смешанных и широколиственных лесов (шириной от 0.5 до 4 км), произрастающих на высоком коренном берегу Волги, изрезанном многочисленными балками, оврагами и оползнями. Именно эти обстоятельства позволили сохраниться здесь старовозрастным древесным насаждениям. Общая протяженность побережья водохранилища в пределах Ундоровских гор составляет около 30 км.

Сенгилеевские горы представляют собой обширную лесостепную возвышенность, вытянутую вдоль русла Волги. Прибрежные участки урочища протянулись на 50 км от с. Криуши Ульяновского района до с. Вырыстайкино Сенгилеевского района. Ландшафты волжского склона Сенгилеевских гор отличаются большим разнообразием по сравнению с Ундоровскими горами. Здесь, помимо коренных волжских нагорных смешанных и широколиственных лесов, значительную площадь составляют кустарниковые и ковыльные степи с байрачными мелколиственными насаждениями, а также сосновые посадки.

По суммарной протяженности береговой линии на оба урочища приходится более половины (62%) длины всего правобережья Куйбышевского водохранилища в пределах Ульяновской области (рис. 1).

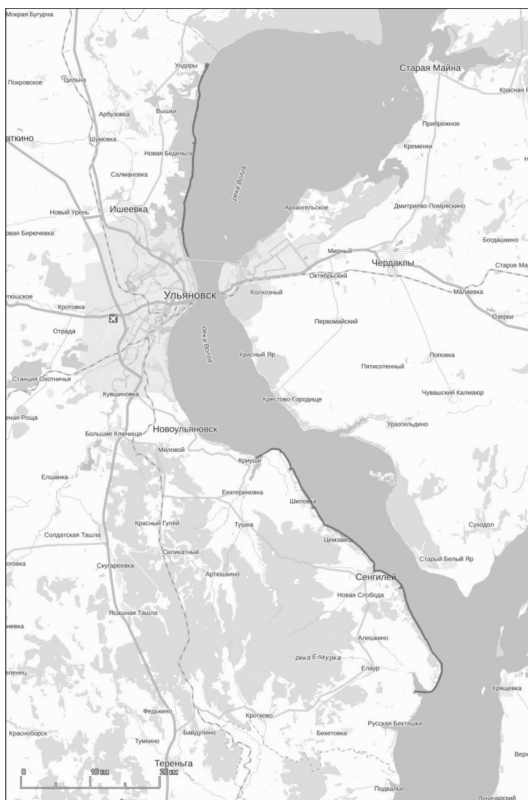


Рис. 1. Схема экспедиционных маршрутов вдоль побережья Ундоровских (северный участок) и Сенгилеевских (южный участок) гор

Полевые исследования проводились в зимне-весенний период 2014 г.: в Ундоровских горах – с 7 по 9 февраля, в Сенгилеевских горах – с 28 февраля по 2 марта и с 8 по 10 марта. Лыжный маршрут пролегал вдоль побережья Куйбышевского водохранилища по льду, что позволяло осматривать волжский склон с наиболее удобного для обнаружения гнездовых построек орланов расстояния (100 – 400 м). Отсутствие листвы на деревьях в этот период является существенным преимуществом при поиске гнёзд. В Среднем Поволжье взрослые орланы в большинстве случаев остаются зимовать на своих гнездовых участках. В момент наших исследований птицы также держались около гнёзд и проявляли брачную активность (токование, обновление гнездовых построек), а отдельные особи уже приступали к насиживанию кладки, что позволяло более эффективно выявлять занятые орланами участки. За указанный период обследовано всё волжское побережье в пределах Ундоровских и Сенгилеевских гор общей протяжённостью около 80 км (см. рис. 1).

Первые обобщённые сведения об обитании орлана-белохвоста на современной зарегулированной каскадом водохранилищ Волге в пределах Ульяновской области приведены в литературе конца XX в. Тогда орлан считался редким гнездящимся видом региона (Абрахина и др., 1993; Бородин, 1994). На правом берегу Куйбышевского водохранилища в границах области было известно не менее четырёх гнездовых территорий, в том числе на двух найдены гнёзда (Бородин, 1994). Уже в начале XX в. орлан-белохвост считался в целом малочисленной птицей, но обычной на Куйбышевском и Саратовском водохранилищах. Общее количество известных гнездовых участков в области к концу 2000-х гг. составило 24 – 34, из которых 8 – 12 отмечены в Правобережье (Бородин, 2008). Сведения о встречах взрослых птиц в гнездовой период и находках отдельных гнёзд орланов в рассматриваемых урочищах, в принятых в данной работе границах, поступали и в последние годы (Золотухин, Михеев, 2008; Корепов, 2009, 2013, 2014; Корепов, Бородин, 2011). Однако целенаправленных исследований в Ундоровских и Сенгилеевских горах на предмет заселения их орланом-белохвостом до настоящего времени не проводилось.

В ходе экспедиционных работ в зимне-весенний период 2014 г. на побережье Ундоровских и Сенгилеевских гор обнаружено 12 гнездовых участков орланов, в том числе на 10 из них найдены жилые гнёзда, ещё на двух отмечены взрослые птицы (рис. 2). Помимо этого, на одном, видимо, брошенном участке обнаружено старое полуразрушенное гнездо, но птицы встречены не были. Всего же в рассматриваемых урочищах обнаружено 16 гнездовых построек орланов разной степени давности. Большая часть гнёзд (88%, $n = 16$) устроена на соснах, несмотря на то, что данная порода не является доминирующей в древостое и чаще всего встречается только в качестве примеси, реже образует смешанные леса и лишь в отдельных случаях формирует незначительные по площади сосновые боры. Только по одному гнезду обнаружено на берёзе и тополе.

Расстояние между гнёздами, принадлежащими одной паре, составляет в среднем около 600 м (50 – 1000 м, $n = 4$), что демонстрирует достаточно высокую пластичность орланов в выборе мест для устройства гнёзд в пределах гнездовой территории. Одна из причин устройства новых гнёзд на большом расстоянии от

прежних – беспокойство птиц. В марте 2014 г. в Сенгилеевском районе обнаружено свежее гнездо орланов на берёзе, которое птицы устроили в километре от старого, располагавшегося на сосне. Причиной переноса гнездовой постройки стала строительная площадка по ремонту газопровода, разбитая в непосредственной близости от прежнего гнезда.

Все обнаруженные гнёзда орланов располагались в 400-метровой прибрежной зоне водохранилища. Среднее расстояние от береговой линии до гнездовых построек составило 160 м ($n = 16$), при том что в трёх случаях деревья с гнёздами находились непосредственно у края берегового обрыва.

В Ундоровских и Сенгилеевских горах выявлено одинаковое количество жилых гнездовых участков орланов – по шесть в каждом урочище. Однако плотность гнездования вида оказалась различной. Для Ундоровских гор этот показатель составил 20 пар/100 км побережья, а для Сенгилеевских гор – 12 пар/100 км побережья. Среднее расстояние между центрами соседних жилых территорий орланов в Ундоровских горах – 3.8 км (1.1 – 8.2 км, $n = 5$), в Сенгилеевских горах – 5.7 км (1.8 – 13.3 км, $n = 5$). Более низкая

плотность населения орланов в Сенгилеевских горах объясняется неравномерным распределением гнездопригодных биотопов в данном урочище в связи с оstepнённым характером местности (особенно в северной части). Немаловажную роль в распределении хищников играют и крупные населённые пункты (г. Сенгилей, пос. Цемзавод, с. Шиловка), расположенные в прибрежной зоне Сенгилеевских гор. Для сравнения, в Щучьих горах, где населённые пункты полностью отсутствуют, а гнездопригодные лесные участки представлены повсеместно, плотность гнездования орланов составляет 30 пар/100 км побережья, а среднее расстояние между центрами соседних жилых территорий – 3.2 км (1.0 – 7.7 км, $n = 11$) (Корепов и др., 2013).

Таким образом, можно констатировать, что беспокойство птиц, наряду с дефицитом гнездопригодных биотопов, остаётся одним из лимитирующих факторов

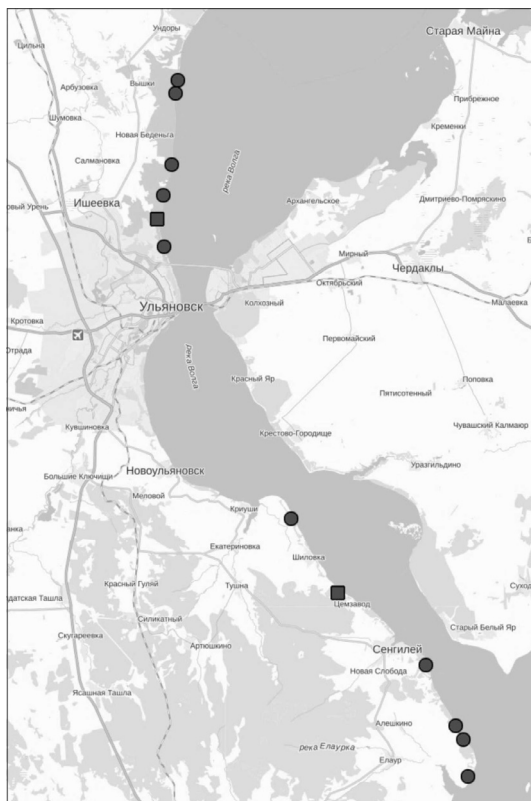


Рис. 2. Распределение гнездовых участков орланов-белохвостов в Ундоровских и Сенгилеевских горах: ● – жилые гнёзда, ■ – территориальные птицы

для орлана-белохвоста на Куйбышевском водохранилище. При этом важной особенностью биологии вида является способность устраивать локальные плотные поселения с расстоянием между жилыми гнёздами 1 – 2 км. В то же время не до конца ясны причины столь высокого разброса дистанций между соседними парами в биотопически однородных условиях.

В 2014 г. первое гнездо с насиживающей птицей отмечено 9 марта. Однако данное явление было единичным, на других гнездовых участках к этому времени птицы ещё не приступили к откладке яиц. В 2013 г. в Щучьих горах 8 – 10 марта орланы также ещё не приступили к насиживанию яиц (Корепов и др., 2013). Вероятно, у большинства пар орланов-белохвостов в Среднем Поволжье откладка яиц происходит во второй-третьей декадах марта.

Исследования проведены при финансовой поддержке Научно-исследовательского центра «Поволжье» (Ульяновск) в рамках работ по сбору и предоставлению сведений о распространении и численности животных, занесённых в Красную Книгу РФ, обитающих на территории Ульяновской области (по заказу Министерства сельского, лесного хозяйства и природных ресурсов Ульяновской области).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абрахина И. Б., Осипова В. Б., Царёв Г. Н. Позвоночные животные Ульяновской области / под ред. Д. И. Бибикова. Ульяновск : Симбирская книга, 1993. 246 с.

Бородин О. В. Конспект фауны птиц Ульяновской области : справочник / Филиал МГУ. Ульяновск, 1994. 96 с.

Бородин О. В. Орлан-белохвост // Красная книга Ульяновской области / под ред. Е. А. Артемьевой, О. В. Бородина, М. А. Королькова, Н. С. Ракова. Ульяновск : Изд-во «Артишок», 2008. С. 408 – 410.

Золотухин В. В., Михеев В. А. Новые материалы по животным Ульяновской области, занесённым в Красную книгу. Результаты полевого сезона 2008 года : Сенгилеевский район // Природа Симбирского Поволжья : сб. науч. тр. Ульяновск : Изд-во «Корпорация технологий продвижения», 2008. Вып. 9. С. 108 – 112.

Корепов М. В. Редкие виды позвоночных животных Ульяновской области, занесённые в Красную книгу РФ. Материалы исследований 2009 г. Ульяновск : НИЦ «Поволжье», 2009. 48 с.

Корепов М. В. Редкие виды позвоночных животных Ульяновской области, занесённые в Красную книгу РФ. Материалы исследований 2012 г. Ульяновск : НИЦ «Поволжье», 2013. 44 с.

Корепов М. В. Редкие виды позвоночных животных Ульяновской области, занесённые в Красную книгу РФ. Материалы исследований 2013 г. Ульяновск : НИЦ «Поволжье», 2014. 44 с.

Корепов М. В., Бородин О. В. Редкие виды позвоночных животных Ульяновской области, занесённые в Красную книгу РФ. Материалы исследований 2010 – 2011 гг. Ульяновск : НИЦ «Поволжье», 2011. 48 с.

Корепов М. В., Тимошенко Н. Н., Стрюков С. А., Гужов А. С., Миронов П. В., Тарасов А. Н. Мониторинг гнездовой группировки орланов белохвостов на Ключевой орнитологической территории России «Щучьи горы» // Байкальский зоол. журн. 2013. № 2 (13). С. 34 – 36.

Красная книга Российской Федерации. Животные. М. : Астрель, 2001. 908 с.
Орлан-белохвост // Байкальский зоол. журн. 2013. № 2 (13). С. 5 – 59.

НОВАЯ КНИГА

Нужная книга для гидробиологов и экологов
К. К. Эдельштейн «Гидрология озёр и водохранилищ».
М. : Изд-во «Перо», 2014. 400 с.

В 2014 г. в издательстве «Перо» на средства сотрудников кафедры «Гидрология суши» географического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова вышло учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Гидрометеорология» – «Гидрология озёр и водохранилищ» доктора географических наук, профессора Константина Константиновича Эдельштейна.

Примечательность данного учебника в том, что он необходим многочисленному кругу специалистов, занимающихся широким спектром решения проблем озёр и водохранилищ, связанных с управлением водными ресурсами, гидробиологией и экологией.

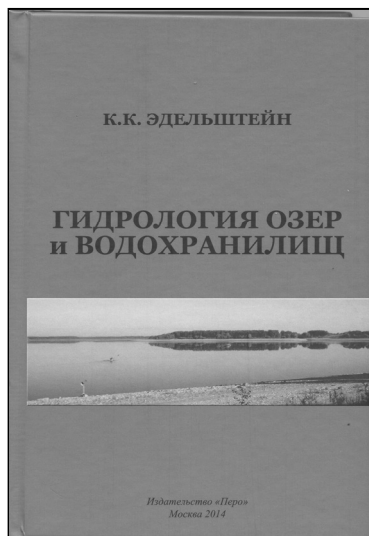
Прежде всего, хочется отметить, что в данном учебном пособии хотя и отражены различные взгляды, но объединены Московская, Санкт-Петербургская, Пермская, Борковская, Сибирская и Ростов-на-Дону школы гидрологов и гидрохимиков, внесшие достойный вклад в «Гидрологию суши» и раздел учебной дисциплины «Лимнология».

В предисловии К. К. Эдельштейн подчеркивает: «В основу этого учебника положены конспекты лекций, читаемых автором более 40 лет студентам II курса кафедры «Гидрология суши» географического факультета МГУ. В нем изложены не только классические (Богословский, Муравейский, 1955; Зайков, 1955, 1960; Хатчинсон, 1969), но и новые знания о гидрологии водохранилищ, суммированные в коллективной монографии «Вода России : водохранилища» (2001), и достижения лимнологов мира во второй половине XX в. в изучении динамики вод, термики и экосистем озёр и техногенных водоёмов от полярных до экваториальных широт, обобщенные в монографии Роберта Ветцеля» (Wetzel, 2001).

Для гидрологов, гидрохимиков, гидробиологов и экологов это кладёзь необходимых знаний о закономерностях и совокупностях абиотических и биотических параметров водных экосистем – их проявлениях, различиях и гидрографических особенностях.

Учебное пособие включает в себя такие важные разделы:

Глава 1. Географические особенности озёр и водохранилищ;



- Глава 2. Озерные котловины и ложа водохранилищ;
- Глава 3. Водообмен озер и водохранилищ;
- Глава 4. Уровень воды и его колебания в водоёмах;
- Глава 5. Динамические процессы в озерах и водохранилищах;
- Глава 6. Особенности динамических процессов в стратифицированных водоёмах;
- Глава 7. Оптические свойства воды в водоёмах;
- Глава 8. Процессы внешнего теплообмена водоёмов;
- Глава 9. Термодинамический и ледовый режим водоёмов;
- Глава 10. Седиментация взвесей и структура донных отложений;
- Глава 11. Формирование солевого состава воды в водоёмах;
- Глава 12. Биотическая трансформация свойств и состава водных масс;
- Глава 13. Гидрологическая структура озер и водохранилищ.

Кроме того, учебное пособие знакомит читателей с мировой лимнологической терминологией, с прикладными аспектами и широкими возможностями применения математических моделей для диагностики и прогноза гидрологического режима водоёмов, что очень важно для гидробиологов, занимающихся продукционными процессами, гидрохимиков и экологов, контролирующих качество воды.

Учебник для вузов вышел тиражом 400 экземпляров. Справку о книге можно узнать на кафедре «Гидрология суши» географического факультета МГУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Богословский Б. Б., Муравейский С. Д.* Очерки по озероведению. М. : Изд-во МГУ, 1955. 175 с.
- Вода России : водохранилища. Екатеринбург : Аква-Пресс, 2001. 700 с.
- Зайков Б. Д.* Очерки по озероведению. Л. : Гидрометеониздат, 1955. Ч. 1. 271 с.
- Зайков Б. Д.* Очерки по озероведению. Л. : Гидрометеониздат, 1960. Ч. 2. 239 с.
- Хатчинсон Д.* Лимнология. М. : Прогресс, 1969. 592 с.
- Wetzel R. G.* Limnology : Lake and River Ecosystems. 3rd ed. San Diego : Academic Press, 2001. 1006 p.

В. В. Законнов, Л. Г. Корнева

Институт биологии внутренних вод
им. И. Д. Папанина РАН

152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок

E-mail: zak@ibiw.yaroslavl.ru