

INSS 1996–1499

**2018 №2**



Российский  
Журнал  
Биологических  
Инвазий

<http://www.sevin.ru/invasjour/>



Институт проблем экологии и эволюции  
имени А.Н. Северцова  
Российской Академии Наук

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова (ИПЭЭ РАН)

## Российский Журнал Биологических Инвазий

(ISSN – 1996–1499)

Основан в январе 2008 г.

Выходит 4 раза в год

Главный редактор  
академик РАН *Дгебуадзе Юрий Юлианович*  
Заместитель главного редактора  
д.б.н., *Петросян Варос Гарегинович*  
Ответственный секретарь  
к.б.н., *Дергунова Наталья Николаевна*

### Редакционная коллегия

к.б.н., Бобров В.В., д.б.н., Виноградова Ю.К., д.б.н., Давидович Петр,  
д.б.н., Дзиаловски Эндрю, д.б.н., Звягинцев А.Ю., д.б.н., Ижевский С.С., д.б.н., Ильин И.Н.,  
д.б.н., Крылов А.В., к.б.н., Масляков В.Ю., д.б.н., Миллер Даниил, к.б.н., Морозова О.В.,  
академик РАН, Павлов Д.С., д.б.н., Пельгунов А.Н., к.б.н., д.б.н. Ричардсон Дэвид,  
Слынько Ю.В., д.б.н., Телеш И.В., к.б.н., Фенева И.Ю., к.б.н., Хляп Л.А., д.б.н.,  
Чжибинь Чжан, д.б.н., Шиганова Т.А., д.б.н., Щербина Г.Х.

### Тематика журнала

*Теоретические вопросы биологических инвазий* (теория, моделирование, результаты наблюдений и экспериментов): инвазионные коридоры, векторы инвазий, адаптации видов–вселенцев, уязвимость аборигенных экосистем, оценка риска инвазий, генетические, экологические, биологические, биогеографические и эволюционные аспекты влияния чужеродных видов на биологическое разнообразие биосистем различных уровней организации.

*Мониторинг* инвазионного процесса (сообщения о нахождении организмов за пределами естественного ареала, динамике расселения, темпах натурализации).

*Методы, средства накопления, обработки и представления данных прикладных исследований* (новые разработки, моделирование, результаты исследований) с применением фактографических и геоинформационных систем.

*Использование результатов исследований биологических инвазий* (методы и новые фундаментальные результаты) при изучении морских, пресноводных и наземных видов, популяций, сообществ и экосистем.

*Контроль, рациональное использование и борьба с видами вселенцами.*

Индексирование журнала – SCOPUS, РИНЦ, Google Scholar, Academic OneFile,  
Summon by Serial Solutions, OCLC, CAB International, Global Health

Адрес: Россия, 119071, Москва, Ленинский проспект, д. 33.  
тел. (495) 954-75-53; факс (495) 954-55-34;  
E-mail: [invasjour@sevin.ru](mailto:invasjour@sevin.ru)  
<http://www.sevin.ru/invasjour/>



## Содержание

<i>Ермолаев И.В., Рублёва Е.А., Рысин С.Л., Ермолаева М.В.</i> КОРМОВЫЕ РАСТЕНИЯ ЛИПОВОЙ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ <i>PHYLLOMORPHUS ISSIKII</i> (KUMATA, 1963) (LEPIDOPTERA, GRACILLARIIDAE) .....	2
<i>Коляда Н.А., Коляда А.С.</i> <i>ROBINIA PSEUDOACACIA</i> L. (FABACEAE LINDL.) НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ .....	14
<i>Кочешкова О.В., Ежова Е.Е.</i> ПОЛИХЕТЫ РОДА <i>MARENZELLERIA</i> (SPIONIDAE) В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКЕ (ИЭЗ РФ) .....	20
<i>Крылова Е.Г.</i> ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ НИКЕЛЯ И МЕДИ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН НАТИВНОГО И ЧУЖЕРОДНОГО ВИДОВ РОДА <i>VIDENS</i> (ASTERACEAE) ИЗ ПОПУЛЯЦИЙ ВЕРХНЕГО И СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ .....	30
<i>Либерман Е.Л., Воропаева Е.Л.</i> НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПАРАЗИТОФАУНЕ ЛЕЩА <i>ABRAMIS BRAMA</i> (LINNAEUS, 1758) НИЖНЕГО ИРТЫША (ПРИБРЕТЁННАЯ ЧАСТЬ АРЕАЛА) .....	35
<i>Мартынов В.В., Губин А.И., Никулина Т.В.</i> <i>BRUCHIDIUS TERRENUS</i> (SHARP, 1886) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE: BRUCHINAE) – НОВЫЙ ИНВАЗИВНЫЙ ВИД ЖУКОВ-ЗЕРНОВОК В ФАУНЕ РОССИИ .....	42
<i>Островский А.М.</i> ИСТОРИЯ РАССЕЛЕНИЯ И ПЕРВЫЕ НАХОДКИ КАВКАЗСКОГО САДОВОГО СЛИЗНЯ <i>DEROCERAS CAUCASICUM</i> (SIMROTH, 1901) (MOLLUSCA, GASTROPODA, STYLOMMATORHORA) В БЕЛАРУСИ .....	47
<i>Селиховкин А.В., Марковская С., Васайтис Р., Мартынов А.Н., Мусолин Д.Л.</i> ФИТОПАТОГЕННЫЙ ГРИБ <i>FUSARIUM CIRCINATUM</i> И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ НАСЕКОМЫМИ В РОССИИ .....	53
<i>Соловьёва Н.В., Шиганова Т.А., Лобковский Л.И.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭКОСИСТЕМЫ ШЕЛЬФА СЕВЕРНОГО КАСПИЯ В УСЛОВИЯХ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ .....	64
<i>Тохтарь В.К.</i> ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПОДХОДЫ К ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ .....	76
<i>Филипенко С.И.</i> СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИЙ КРАБ <i>RHITHROPANOPEUS HARRISI</i> (GOULD, 1841) –НОВЫЙ ИНВАЗИВНЫЙ ВИД В ПРИДНЕСТРОВЬЕ .....	86
<i>Чиндяева Л.Н., Беланова А.П., Киселёва Т.И.</i> ОСОБЕННОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НОВОСИБИРСКА .....	90
<i>Шаповалов М.И., Сапрыкин М.А.</i> НОВАЯ НАХОДКА КЛОПА <i>ANISOPS SARDEUS SARDEUS</i> HERRICH-SCHAEFFER, 1849 (HETEROPTERA, NOTONESTIDAE) В ВОДОЁМАХ ЮГА РОССИИ .....	108

УДК: 595.782

# КОРМОВЫЕ РАСТЕНИЯ ЛИПОВОЙ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ *PHYLLONORYCTER ISSIKII* (KUMATA, 1963) (LEPIDOPTERA, GRACILLARIIDAE)

© 2018 Ермолаев И.В.<sup>a, b, \*</sup>, Рублёва Е.А.<sup>a</sup>, Рысин С.Л.<sup>c</sup>,  
Ермолаева М.В.<sup>d</sup>

<sup>a</sup> ФГБОУ ВО Удмуртский государственный университет;

<sup>b</sup> ФГБУН Тобольская комплексная научная станция УрО РАН;

<sup>c</sup> ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН;

<sup>d</sup> ФГБОУ ВО Ижевская государственная сельскохозяйственная академия,  
Ижевск 426000;

e-mail: \* [ermolaev-i@yandex.ru](mailto:ermolaev-i@yandex.ru)

Поступила в редакцию 15.03.2018

Обзор литературы посвящён анализу кормовых растений инвазионного вида липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae). Минёр проходит развитие на 12 видах рода *Tilia* семейства Мальвовые (Malvaceae), то есть является узким олигофагом. При этом в регионе-доноре гусеницы моли повреждают 6 аборигенных видов, в регионе-реципиенте – 4 аборигенных и 5 интродуцированных видов. Наиболее серьёзные повреждения в Европе минёр наносит липе сердцевидной (*T. cordata* Mill.). Для системы “*Ph. issikii* – *T. cordata*” представлены пороги вредоносности. Возможность гусениц минёра успешно проходить развитие на листьях липы американской (*T. americana* L.) делает вид потенциально опасным для насаждений Северной Америки.

**Ключевые слова:** липовая моль-пестрянка, *Phyllonorycter issikii*, липа, *Tilia*, биологическая инвазия.

## Введение

Липы широко представлены в северном полушарии от тропической зоны до 62–63° с. ш. [Васильев, 1958]. Согласно современной таксономии [Pigott, 2012], род *Tilia* представлен 23 видами, 21 подвидом. Из них 4 вида известно в Европе, 17 видов – в Восточной Азии, 2 вида – в Северной Америке. Площадь ареала европейских видов лип составляет 7 128 000, азиатских – 4 635 000 и североамериканских – 4 644 000 км<sup>2</sup>, соответственно (рис. 1 и 2).

Серьёзной проблемой для европейских насаждений липы стало появление инвазионного вида – липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae). Регион-донор этого минёра расположен по берегам Японского моря. В 1985 г. *Ph. issikii* был впервые обнаружен в зелёных насаждениях г. Москвы [Беднова, Бе-

лов, 1999]. За 27 лет (с 1985 по 2011 г.) площадь ареала моли в Европе и Западной Сибири возросла до 4 086 000 км<sup>2</sup> и составила 60.4% от всей площади ареала аборигенных видов рода *Tilia* [Ермолаев, Рублёва, 2017]. При этом в условиях Западной Евразии минёр проходит три фазы инвазии (появления, становления и распространения) за три года. Максимальные скорости инвазии (80–85 км в год) выявлены в направлении на запад и восток региона-реципиента. История, скорость и механизмы инвазии *Ph. issikii* были рассмотрены нами ранее [Ермолаев, Рублёва, 2017].

Цель представленной работы – на основании данных литературы обобщить материал о кормовых растениях липовой моли-пестрянки *Ph. issikii* по всему ареалу распространения минёра.



Рис. 1. Ареал рода *Tilia* Евразии (по картам из монографии С.Д. Пиготта [Pigott, 2012]).



Рис. 2. Ареал рода *Tilia* Северной Америки (по картам из монографии С.Д. Пиготта [Pigott, 2012]).

## Материал и методика

Карты ареалов представителей рода *Tilia* Евразии и Северной Америки были сделаны при обработке 28 карт ареалов отдельных видов лип из монографии С.Д. Пиготта [Pigott, 2012] в учебно-научной лаборатории геоинформационного картографирования Удмуртского государственного университета при помощи геоинформационной системы MapInfo Professional 12.5.

Сбор гербарного материала листьев семи видов и двух подвидов *Tilia* был осуществлён 18 июля 2017 г. в Главном ботаническом саду им. Цицина РАН.

Таксономическое положение видов *Tilia* в статье дано в соответствии с работой С.Д. Пиготта [Pigott, 2012].

## Результаты и их обсуждение

Липовая моль-пестрянка *Ph. issikii* проходит развитие на 12 видах рода *Tilia* семейства Мальвовые (Malvaceae).

В регионе-доноре в качестве кормового растения *Ph. issikii* известно 6 аборигенных видов. В Японии моль проходит развитие на липе японской (*T. japonica* (Miq.) Simonkai), Максимовича (*T. maximowicziana* Shirasawa) и *T. kiusiana* Makino et Shirasawa [Kumata, 1963; Deschka, 1995; Hirao, Murakami, 2008; Kirichenko et al., 2017]. На российском Дальнем Востоке минёр трофически связан с липой маньчжурской (*T. mandshurica* Rupr. et Maxim.) и двумя подвидами липы амурской – *T. amurensis amurensis* и *T. amurensis taquetii* С.К. Schneid. [Ермолаев, 1977; Noreika, 1998; Кириченко и др., 2016; Kirichenko et al., 2017]. В Корее *Ph. issikii* повреждает *T. mandshurica* и *T. amurensis taquetii* [Kumata et al., 1983; Kirichenko et al., 2017], в Китае – липу монгольскую (*T. mongolica* Maxim.) [Kirichenko et al., 2017].

В регионе-реципиенте гусеницы *Ph. issikii* проходят своё развитие на 4 аборигенных видах и 2 гибридах рода *Tilia* (табл. 1). Наиболее серьёзные повреждения минёр наносит липе сердцевидной (*T. cordata* Mill.). Помимо этого гусеницы липовой моли-пестрянки повреждают 5 преднамеренно интродуцированных ви-

дов липы. Из них 4 вида имеют азиатское происхождение. Это *T. amurensis* [Meshkova et al., 2013; Синчук, Гончаров, 2015; Синчук, Буга, 2016], *T. mandshurica* [Синчук, Гончаров, 2015; Синчук, Буга, 2016], *T. mongolica* [Meshkova et al., 2013] и *T. tuan* Szyszy. [Синчук, Гончаров, 2015; Синчук, Буга, 2016]. Последний вид не был отмечен как кормовой объект в регионе-доноре. Североамериканская липа (*T. americana* L.) также является кормовым объектом моли [Hrubík, Kollár, 2007; Kollár, 2007; Perny, 2007; Кириченко, 2013; Синчук, Гончаров, 2015; Синчук, Буга, 2016].

В литературе известно о трёх сомнительных кормовых объектах *Ph. issikii*. Т. Кумата, описывая в 1963 г. минёра с японских островов [Kumata, 1963], отметил возможность развития вида на берёзе (*Betula platyphylla* Sukacz. = *B. pendula* Roth.). В более поздней работе [Kumata et al., 1983] берёза как кормовое растение *Ph. issikii* уже не приводится. Питание минёра берёзой в Европе также отмечено не было. Вероятно, ошибочно кормовым растением *Ph. issikii* был указан дуб монгольский (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.) в Японии [Kamijo, Ikeda, 1997] и ольха *Alnus* sp. на Кавказе [Kostjukov et al., 2016]. Информация о возможности питания *Ph. issikii* этими растениями нуждается в дополнительной проверке.

Материалов, свидетельствующих об устойчивости отдельных видов лип по отношению к *Ph. issikii*, крайне мало. Исследование насаждений липы в Словении [Jurc, 2012] показало, что *T. cordata* повреждалась минёром в 91.5% случаев, в то время как *T. platyphyllos* и *T. tomentosa* только в 21.7 и 0.4%, соответственно. Это связано с тем, что при яйцекладке самки минёра избегают опушённые снизу листья. Эта особенность нашла подтверждение при сравнении встречаемости *Ph. issikii* на голых листьях *T. cordata* и опушённых *T. platyphyllos* в Баварии [Seegerer, 2008], также в городах Львова [Карпин, 2016] и Санкт-Петербурге [Селиховкин, Тимофеева, 2012]. При этом отмечено, что площадь мины *Ph. issikii* на *T. platyphyllos* была заметно меньше, чем на *T. cordata* [Seegerer, 2008]. Анализ деревьев липы, прове-

Таблица 1. Кормовые растения липовой моли-пестрянки *Ph. issikii* в Европе

Страна	Вид растения	Источник
Россия	<i>T. americana</i> <i>T. cordata</i> <i>T. dasystyla</i> Steven <i>T. platyphyllos</i> Scopuli <i>T. tomentosa</i> Moench <i>T. × europaea</i> L.	Козлов, 1991 Белова и др., 1998 Мищенко, Золотухин, 2003 Ольшванг и др., 2004 Ермолаев, Мотошкова, 2008 Ефремова, Мищенко, 2010 Гниненко, 2011 Селиховкин, Тимофеева, 2012 Кириченко, 2013 Тимофеева, 2013; 2014 Мищенко, Артемьева, 2015 Аникин и др., 2016 Зиновьев, Пестов, 2016 Kirichenko et al., 2017 Савчук, Кайгородова, 2017
Финляндия	<i>T. cordata</i>	Kirichenko et al., 2017
Литва	<i>T. cordata</i> <i>T. platyphyllos</i> <i>T. × europaea</i>	Noreika, 1998 Kirichenko et al., 2017 Snieškienė, Stankevičienė, 2013; 2016
Польша	<i>T. cordata</i> <i>T. platyphyllos</i> <i>T. tomentosa</i> <i>T. × euchlora</i> K. Koch.	Buszko, Mazurkiewicz, 1998 Jaworski, 2009 a; b Soika, Łabanowski, 2014
Белоруссия	<i>T. americana</i> <i>T. amurensis taquetii</i> <i>T. cordata</i> <i>T. mandshurica</i> <i>T. platyphyllos</i> <i>T. tomentosa</i> <i>T. tuan</i> <i>T. × europaea</i>	Евдошенко, Сауткин, 2012 Синчук, Гончаров, 2015 Жоров и др., 2016 Рыжая, Гляковская, 2016 Синчук, Буга, 2016 Гляковская, 2017 Синчук и др., 2017
Украина	<i>T. americana</i> <i>T. amurensis taquetii</i> <i>T. cordata cordata</i> <i>T. cordata sibirica</i> (Bayer) <i>T. mongolica</i> <i>T. platyphyllos</i> <i>T. tomentosa</i> <i>T. × europaea</i>	Buszko, Mazurkiewicz, 1998 Гниненко, 2011 Мешкова, Микулина, 2010 Мешкова, Мікуліна, 2012 Meshkova et al., 2013 Карпин, 2016 Сильчук и др., 2016 Kirichenko et al., 2017
Приднестровье	<i>T. cordata</i> <i>T. platyphyllos</i>	Антюхова, 2010 а; б Антюхова, Мешкова, 2011
Венгрия	<i>T. cordata</i> <i>T. platyphyllos</i> <i>T. tomentosa</i>	Szabóky, Csóka, 2003 Kirichenko et al., 2017
Румыния	<i>T. cordata</i> <i>T. platyphyllos</i> <i>T. tomentosa</i>	Kovács et al., 2006 Ureche, 2006 Stolnicu, Ureche, 2007 Andriescu et al., 2016
Болгария	<i>T. cordata</i>	Kirichenko et al., 2017
Словения	<i>T. cordata</i> <i>T. platyphyllos</i> <i>T. tomentosa</i>	Jurc, 2012 Kirichenko et al., 2017

Таблица 1 (окончание)

Страна	Вид растения	Источник
Словакия	<i>T. americana</i> <i>T. cordata</i> <i>T. platyphyllos</i> <i>T. tomentosa</i>	Šefrová, 2002 Hrubík, Kollár, 2007 Kollár, 2007 Kollár, Donoval, 2013
Чехия	<i>T. cordata</i> <i>T. platyphyllos</i> <i>T. tomentosa</i>	Šefrová, 2002 Šefrová, 2005 Kirichenko et al., 2017
Австрия	<i>T. americana</i> <i>T. cordata</i> <i>T. platyphyllos</i> <i>T. tomentosa</i>	Šefrová, 2002 Perny, 2007 Kirichenko et al., 2017
Германия	<i>T. cordata</i> <i>T. platyphyllos</i>	Graf et al., 2002 Lehmann, Stübner, 2004 a; b Reinhardt, Rennwald, 2007 Segerer, 2008 Kurz et al., 2010
Нидерланды	<i>T. cordata</i>	Doorenweerd et al., 2014 Kirichenko et al., 2017
Бельгия	<i>T. cordata</i>	Wullaert, 2012

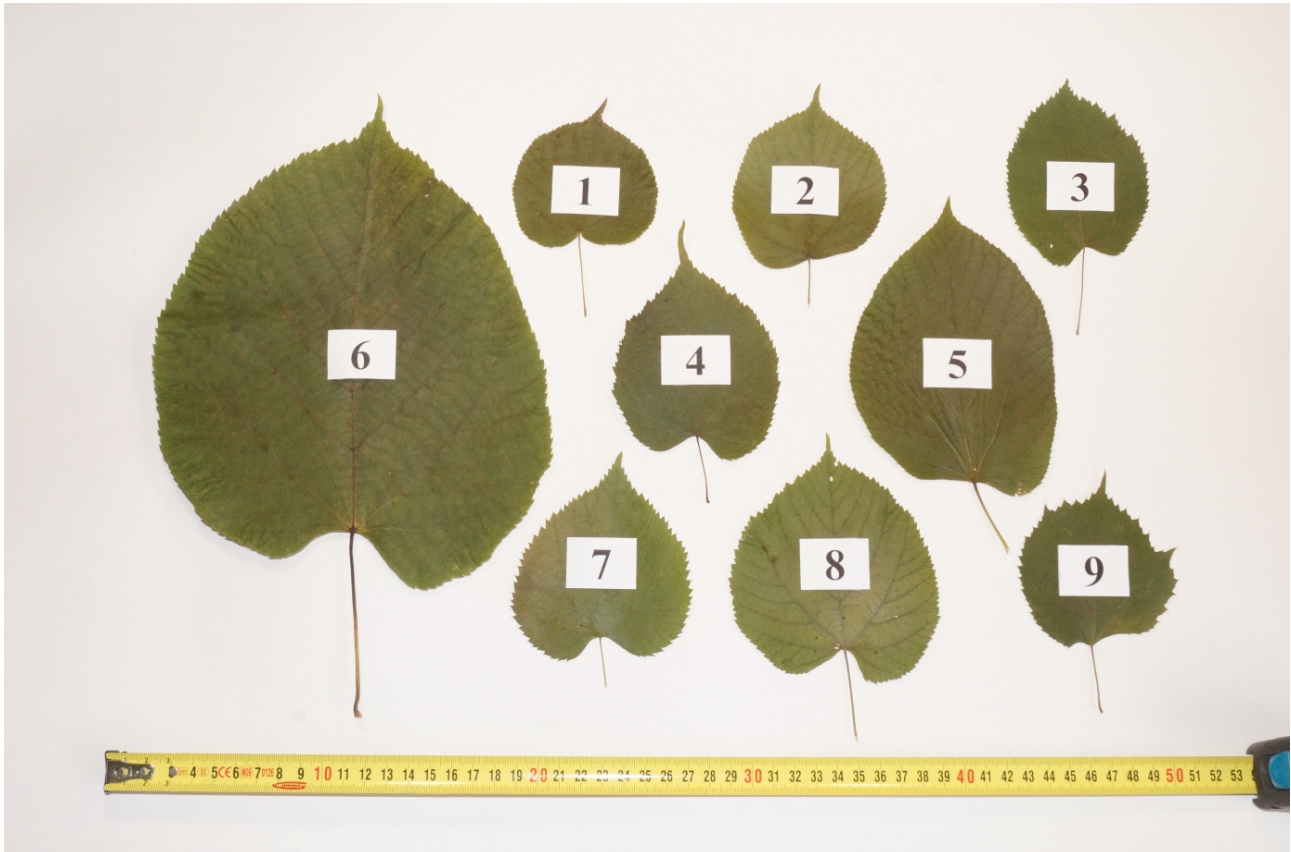
дённый в 2010 г. в ботаническом саду Харьковского национального университета [Meshkova et al., 2013], показал, что 60.7% листьев *T. cordata* были заселены *Ph. issikii*. При этом на *T. platyphyllos*, *T. amurensis*, *T. mongolica* и *T. europaea* было обнаружено 16.1, 13.0, 0.9 и 0.3% повреждённых минёром листьев, соответственно. Однако, в 2011 г. повреждённость *T. cordata* (14.7%) была сопоставима с *T. platyphyllos* (13.5%). Интересно отметить, что в течение двух лет наблюдений минёр полностью игнорировал только липы из ареала-донора: амурскую *T. amurensis* и японскую *T. japonica* [Meshkova et al., 2013]. Исследование, проведённое в 2010 г. в дендрарии научно-исследовательского института садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко (г. Барнаул) [Кириченко, 2013], показало, что повреждённость листьев *T. cordata* и *T. americana* минёром составила 70 и 20%, соответственно. В насаждениях г. Санкт-Петербург плотность заселения *Ph. issikii* на липе европейской (*T. europaea*) превышала показатель на липе войлочной (*T. tomentosa*) [Тимофеева, 2013]. Анализ повреждённости различных видов лип гусеницами *Ph. issikii* был выполнен в 2015 г. в арборетуме Центрального ботанического сада НАН Беларуси (г. Минск)

[Синчук, Буга, 2016]. Результаты исследования показали, что повреждённость листьев *T. tomentosa*, *T. tuan*, *T. mandshurica* и *T. amurensis* не превышала 2.5%, в то время как для *T. americana*, *T. × europaea*, *T. platyphyllos* и *T. cordata* показатель составил величину 3.5, 4.3, 5.7 и 8.9%, соответственно. При этом наибольшая площадь мины были выявлена на липах *T. platyphyllos* ( $1.28 \pm 0.05$  см<sup>2</sup>), *T. mandshurica* ( $1.18 \pm 0.10$  см<sup>2</sup>) и *T. tomentosa* ( $1.08 \pm 0.62$  см<sup>2</sup>) [Синчук, Гончаров, 2015]. В то же время на *T. tuan*, *T. cordata*, *T. amurensis* и *T. americana* показатель составил  $0.90 \pm 0.58$ ,  $0.89 \pm 0.02$ ,  $0.86 \pm 0.02$  и  $0.81 \pm 0.02$  см<sup>2</sup>, соответственно. Не исключено, что минёр более эффективно использует ткани листьев последних четырёх видов растений для своего развития.

Листья представителей различных видов рода *Tilia* характеризуются крайней изменчивостью по площади (рис. 3), степени опушённости и биохимическому составу. Дальнейшее исследование в системе “*Ph. issikii* – *Tilia*” позволит выявить липы наиболее устойчивые по отношению к минёру.

По всей вероятности, липовая моль-пестрянка образует хронические очаги только в отдельных частях ареала-реципиента. В одной только европейской части РФ на 2008 г. суще-





**Рис. 3.** Листья представителей рода *Tilia* из коллекции Главного ботанического сада им. Цицина РАН (18.07.2017). 1 – *T. cordata* Mill., 2 – *T. platyphyllos* Scop., 3 – *T. tomentosa* Moench, 4 – *T. japonica* (Miq.) Simonk, 5 – *T. insularis* Nakai, 6 – *T. americana* L., 7 – *T. americana* var. *heterophylla* (Vent.) Loudon, 8 – *T. dasystyla* Steven, 9 – *T. dasystyla* subsp. *cuacastica* (V. Engl.) Pigott.

ствовало не менее 1–2 млн га очагов минёра как на деревьях главного полога, так и подроста [Гниненко, 2008; Гниненко, Козлова, 2008]. В ряде мест Европы численность минёра остаётся низкой. Так, в ряде земель, исследованных в Германии, отмечается незначительное повреждение минёром дерева-хозяина [Rodeland, 2007; Segerer, 2008]. То же справедливо и для насаждений Словакии [Hrubík, Kollár, 2007] и Австрии [Perny, 2007]. В Болгарии значительное увеличение плотности моли на третий год начала инвазии было выявлено только в районе г. София [Томов, 2009; Томов, 2009]. В Румынии *Ph. issikii* не относят к вредителям [Ureche, 2006].

Хронические очаги минёра на российском Дальнем Востоке не известны. Так, анализ хозяйственного значения молей-пестрянок Южного Приморья позволил выявить 17 видов массовых вредителей садовых, декоративных и лесных культур [Ермолаев, 1982]. Однако *Ph.*

*issikii* среди них даже не упоминается. В литературе известен лишь один случай возникновения вспышки массового размножения липовой моли-пестрянки в Японии. В 2002 г. очаг минёра был выявлен на острове Хоккайдо исследователями К. Лопез-Ваамонде и И. Ошимои (С. Lopez-Vaamonde и I. Ohshima) [Kirichenko et al., 2017].

В европейской части РФ дефолиацию деревьев в очагах липовой моли-пестрянки можно охарактеризовать как ежегодную и частичную. Плотность заселения минёром может достигать показателя 12–15 мин на лист [Козлов, 1991; Мищенко, Золотухин, 2003]. Высокая плотность (до 27 мин на лист) ранее была отмечена в окрестностях посёлка Рамонь (Воронежской обл.) [Козлов, 1991] (табл. 2). Согласно нашим наблюдениям, в 2015 г. на пробной площади № 1 (г. Ижевск) плотность заселения листа липы первым поколением минёра достигала 35 мин на лист [Ермолаев, Руб-



**Таблица 2.** Максимальная плотность заселения листьев липы мелколистной *Ph. issikii* (мин на лист) по данным литературы

Страна	Регион	Плотность	Авторы
РФ	Московская область	18	Мозолевская и др., 2000
РФ	Воронежская область	27	Козлов, 1991
РФ	Ульяновская область	20	Ефремова, Мищенко, 2008
РФ	Удмуртская Республика	35	Ермолаев, Рублёва, 2017
Украина	Харьковская область	24	Мешкова, Мікуліна, 2012
Украина	Киев	16-20	Сильчук и др., 2016
	Приднестровье	10	Антюхова, Мешкова, 2011

лёва, 2017]. При этом происходит значительная деформация листа липы [Козлов, 1991; Золотухин, 2002; Козлова, 2006; Гниненко, Козлова, 2007; Hrubík, Kollár, 2007; Мищенко, 2011; Евдошенко, Сауткин, 2012; Wullaert, 2012; Жоров и др., 2016]. Площадь повреждения одной особью моли (при плотности 1–3 мины на лист) составляет  $1.25 \pm 0.01 \text{ см}^2$  [Ермолаев, Мотошкова, 2008]. Повышение плотности заселения липы минёром приводит к увеличению площади производимой им мины. Количество мин на листе положительно и достоверно связано с его площадью. Высокие плотности заселения минёром могут вызывать преждевременное усыхание и опадение листьев липы [Беднова, Белов, 1999; Мозолевская и др., 2000; Состояние..., 2004; Аникин и др., 2016]. Основное повреждение листьев гусеницами моли, развивающимися в Удмуртии, происходит в июне и совпадает с периодом ростовых процессов дерева-хозяина. В некоторых регионах основное повреждение связано со вторым поколением моли [Гниненко, Козлова, 2008]. Это было отмечено, в частно-

сти, в условиях Санкт-Петербурга [Селиховкин, Тимофеева, 2012; Тимофеева, 2014].

Наше исследование [Ермолаев, Зорин, 2011] показало, что очаги *Ph. issikii* оказывают негативное влияние на продуктивность и репродуктивные характеристики липовых лесов. При этом происходит снижение приростов *T. cordata*, а также количества цветков, соцветий и содержания сахара в цветках. Последнее обстоятельство создаёт прямую угрозу продуктивности регионального пчеловодства. Пороги вредоносности [Танский, 1988] минёра, разработанные для *T. cordata*, представлены в таблице 3.

Результаты исследования позволяют отнести липовую моль-пестрянку к группе экономически значимых филлофагов липы и свидетельствуют о необходимости ведения мониторинга за состоянием её популяций.

### Заключение

Липовая моль-пестрянка *Ph. issikii* проходит развитие на 12 видах и 2 гибридах рода *Tilia* семейства Мальвовые (Malvaceae), то есть яв-

**Таблица 3.** Пороги вредоносности (мин на лист) *Ph. issikii* для *T. cordata* (по работе И.В. Ермолаева и Д.А. Зорина [2011])

Показатели	Порог вредоносности
Длина удлинённых побегов	1
Количество сформированных почек на удлинённом побеге	1
Общая величина прироста по диаметру	2
Количество соцветий на 1 м ветви	1
Количество цветков на 1 м ветви	1
Количество сахара в нектаре	1
Масса орешков	1

ляется узким олигофагом. При этом в регионе-доноре гусеницы моли повреждают 6 аборигенных видов, в регионе-реципиенте – 4 аборигенных и 5 интродуцированных видов. Возможность гусениц минёра успешно проходить развитие на листьях липы американской (*T. americana* L.) делает вид потенциально опасным для насаждений Северной Америки.

### Благодарности

Выражаем благодарность С.Ю. Синёву (Зоологический институт РАН) и А.В. Селиховкину (Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет) за поддержку работы на разных этапах её выполнения. Работа выполнена в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки РФ (грант 1.1.2404).

### Литература

- Аникин В.В., Золотухин В.В., Кириченко Н.И. Минирующие моли-пестрянки (Lepidoptera: Gracillariidae) Среднего и Нижнего Поволжья. Ульяновск: Корпорация технологий продвижения, 2016. 152 с.
- Антохова О.В. Пищевая специализация молей-минёров на древесных интродуцентах // Чтения памяти кандидата биологических наук, доцента Л.И. Бородиной. 2 декабря 2010 г. Тирасполь: ПГУ, 2010 а. С. 60–65.
- Антохова О.В. Биоэкологические особенности минирующих молей и защита от них декоративных растений-интродуцентов в Приднестровье: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.07 / Антохова Ольга Владимировна. СПб.: ВНИИЗР РАСХН, 2010 б. 20 с.
- Антохова О.В., Мешкова В.Л. Фитофаги декоративно-кустарниковых пород в Приднестровье. Тирасполь: ПГУ, 2011. 204 с.
- Беднова О.В., Белов Д.А. Липовая моль-пестрянка (Lepidoptera, Gracillariidae) в зелёных насаждениях Москвы и Подмоскovie // Лесной вестник. 1999. № 2. С. 172–177.
- Белова Н.К., Култкова Е.Г., Шарапа Т.В., Сураппаева В.М., Беднова О.В., Белов Д.А. Вредители зелёных насаждений // Лесной вестник. 1998. № 2. С. 40–53.
- Васильев И.В. Липовые – Tiliaceae Juss // Деревья и кустарники СССР / Под ред. С.Я. Соколова. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1958. Т. 4. С. 659–727.
- Гляковская Е.И. Комплекс фитофагов, повреждающих липы (*Tilia* L.) в условиях зелёных насаждений Гродненского Понеманья // Итоги и перспективы развития энтомологии в Восточной Европе. Сборник статей II Междунар. научно-практич. конф., 6–8 сентября 2017 г. Минск. Минск: А.Н. Вараксин, 2017. С. 168–177.
- Гниненко Ю.И. Чуждые виды вредителей и возбудителей болезней в лесах России // Лес и бизнес. 2008. № 2. С. 30–34.
- Гниненко Ю.И. Массовые размножения инвазивных насекомых в лесу // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2011. Вып. 196. С. 209–216.
- Гниненко Ю.И., Козлова Е.И. Липовая моль-пестрянка *Phyllonorycter issikii* в Прибалтике // Информационный бюллетень ВПРС МОББ. Биологические методы в интегрированной защите плодовых и лесных насаждений. Познань-Пушкино. 2007. № 37. С. 18–21.
- Гниненко Ю.И., Козлова Е.И. Прогрессирующие вредители липы в городских посадках // Защита и карантин растений. 2008. № 1. С. 47.
- Евдошенко С.И., Сауткин Ф.В. Моли-пестрянки (Lepidoptera: Gracillariidae) – вредители декоративных деревьев и кустарников зелёных насаждений Беларуси. Часть 1: Подсемейство Lithocolletinae // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. 2012. № 3 (139). С. 128–135.
- Ермолаев В.П. Эколого-фаунистический обзор минирующих молей-пестрянок (Lepidoptera, Gracillariidae) Южного Приморья // Фауна насекомых Дальнего Востока. Сборник статей. Труды Зоологического института АН СССР. Л.: ЗИН АН СССР. 1977. Т. 70. С. 98–116.
- Ермолаев В.П. Листовёртки и минирующие моли-пестрянки (Lepidoptera: Tortricidae, Gracillariidae) Южного Приморья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.09 / Ермолаев Валерий Павлович. Л.: ЛГУ, 1982. 16 с.
- Ермолаев И.В., Зорин Д.А. Экологические последствия инвазии *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) в липовых лесах Удмуртии // Зоологический журнал. 2011. Т. 90. № 6. С. 717–723.
- Ермолаев И.В., Мотошкова Н.В. Биологическая инвазия липовой моли-пестрянки *Lithocolletis issikii* Kumata (Lepidoptera, Gracillariidae): особенности взаимоотношения минёра с кормовым растением // Энтомологическое обозрение. 2008. Т. 87. № 1. С. 15–25.
- Ермолаев И.В., Рублёва Е.А. История, скорость и факторы инвазии липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae) в Евразии // Российский журнал биологических инвазий. 2017. № 1. С. 2–19.
- Ефремова З.А., Мищенко А.В. Комплекс наездников-паразитоидов (Hymenoptera, Eulophidae) липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Среднем Поволжье // Зоологический журнал. 2008. Т. 87. № 2. С. 189–196.
- Ефремова З.А., Мищенко А.В. Динамика численности популяций доминирующих паразитоидов (Hymenoptera, Eulophidae) бабочки *Phyllonorycter issikii* (Kumata) (Lepidoptera, Gracillariidae) на Сред-

- ней Волге // Труды Русского энтомологического общества. СПб., 2010. Т. 80 (2). С. 64–75.
- Жоров Д.Г., Сауткин Ф.В., Синчук О.В., Рогинский А.С. Фоновые инвазивные виды членистоногих-вредителей древесных растений зелёных насаждений Беларуси // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. 2016. № 1. С. 25–34.
- Зиновьев В.В., Пестов С.В. Повреждение листьев липы сердцевидной (*Tilia cordata* L.) членистоногими в г. Кирове // Экология родного края: проблемы и пути решения. Всероссийская научно-практич. конф. с международным участием. г. Киров, 28–29 апреля 2016 г. Киров: ООО «Радуга-Пресс», 2016. С. 419–421.
- Золотухин В.В. О некоторых членистоногих-вселенцах на территории Ульяновской области // Природа Симбирского Поволжья. Вып. 2. Ульяновск, 2002. С. 200–203.
- Карпин Н.І. Фітопатогени та шкідники видів роду *Tilia* L. в умовах міста Львова // Науковий вісник Національний лісотехнічний університет України. 2016. Вип. 26.4. С. 76–82.
- Кириченко Н.И. Липовая моль-пестрянка *Phyllonorycter issikii* в Западной Сибири: некоторые экологические характеристики популяции недавнего инвайдера // Сибирский экологический журнал. 2013. № 6. С. 813–822.
- Кириченко Н.И., Триберти П., Пономаренко М.Г., Горохова С.В., Лопез-Ваамонде К. Интегративный подход к ревизии молей семейства Gracillariidae, минирующих листья караганы и липы в Азиатской части России // IX Чтения памяти О.А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные и грибы и их роль в лесных экосистемах. Материалы международной конференции. Санкт-Петербург, 23–25 ноября 2016 г. СПб.: СПбГЛТУ, 2016. С. 48–49.
- Козлов М.В. Минирующая моль-пестрянка – вредитель липы // Защита растений. 1991. № 4. С. 46.
- Козлова Е.И. Липовая минирующая моль-пестрянка *Phyllonorycter issikii* Kumata – вредитель липы в европейской части России // Защита леса от вредителей и болезней. Сборник статей. М.: ВНИИЛМ. 2006. С. 75–77.
- Мешкова В.Л., Микулина И.Н. Особенности распространения липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* Kumata (Lepidoptera: Gracillariidae) в зелёных насаждениях города Харькова // Видовые популяции и сообщества в антропогенно трансформированных ландшафтах: состояние и методы его диагностики. Материалы XI Междунар. научно-практич. экологической конф. 20–25 сентября 2010 г., г. Белгород. Белгород: ИПЦ ПОЛИТЕРРА, 2010. С. 172.
- Мешкова В.Л., Мнкулнна В.В. Просторово-часова динаміка популяцій липового мінера у зелених насадженнях Харківщини // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2012. Вип. 171, част. 3. С. 159–166.
- Мищенко А.В. Энтомофауна листовых мин // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2011. Вып. 5. С. 101–106.
- Мищенко А.В., Артемьева Е.А. К познанию трофических связей избранных групп минирующих насекомых Среднего и Нижнего Поволжья // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия, Биология, Фармация. 2015. № 2. С. 55–63.
- Мищенко А.В., Золотухин В.В. Минирующие моли-пестрянки рода *Phyllonorycter* Hbn., 1822 (Lepidoptera: Gracillariidae) фауны Ульяновской области // Природа Симбирского Поволжья. Сборник научных трудов. Вып. 4. Ульяновск: СНЦ, 2003. С. 47–52.
- Мозолевская Е.Г., Белова Н.К., Шарапа Т.В., Соколова Э.С., Беднова О.В., Белов Д.А., Галасьева Т.В., Лебедева Г.С., Липаткин В.А., Сурапаева В.М., Смирнова О.М., Стрепенюк А.В., Савельева А.В., Семёнова Е.И., Харлашина А.В., Фоломкина Т.Е. Итоги мониторинга состояния зелёного фонда Москвы в 1999 г. // Лесной вестник. 2000. № 6. С. 71–88.
- Ольшванг В.Н., Нуппонен К.Т., Лагунов А.В., Горбунов П.Ю. Чешуекрылые Ильменского заповедника. Екатеринбург: ИГЗ УрО РАН, 2004. 287 с.
- Рыжая А.В., Гляковская Е.И. Членистоногие-фитофаги, повреждающие зелёные насаждения г. Гродно (Беларусь) // Социально-экономические технологии. 2016. № 3. С. 38–46.
- Савчук В.В., Кайгородова Н.С. Новые сведения по фауне и биологии чешуекрылых (Lepidoptera) Крыма // Кавказский энтомологический бюллетень. 2017. Т. 13(1). С. 111–124.
- Селиховкин А.В., Тимофеева Ю.А. Липовая моль-пестрянка *Phyllonorycter issikii* (Kumata) (Lepidoptera, Gracillariidae) в Санкт-Петербурге // Экологические и экономические последствия инвазий дендрофильных насекомых. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Красноярск, 25–27 сентября 2012 г. Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН. 2012. С. 175–178.
- Сильчук О.І., Чумак П.Я., Вигера С.М., Ковальчук В.П., Лісовий М.М., Дмитрі?ва О.Є. Липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.) і її інвазійний фітофаг міль-строкатка (*Phyllonorycter issikii* Kumata) // Агроєкологічний журнал. 2016. № 2. С. 134–138.
- Синчук О.В., Буга С.В. Анализ повреждённости листовых пластинок аборигенных и интродуцированных видов и форм лип (*Tilia* L.) личинками второй генерации липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii* Kumata, 1963) в условиях Беларуси // Защита растений. Сборник научных трудов. Вып. 40. Минск: Колорград, 2016. С. 269–277.
- Синчук О.В., Гончаров Д.А. Оценка повреждённости листовых пластинок лип (*Tilia* L.) гусеницами первой генерации инвазивного минёра *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) // Современные проблемы энтомологии Восточной Европы. Материалы I международной научно-практической конференции.

- Минск, 8–10 сентября 2015 г. Минск: Экоперспектива, 2015. С. 253–254.
- Синчук О.В., Гончаров Д.А., Рогинский А.С., Трещева А.Б. Моли-пестрянки рода *Phyllonorycter* в условиях зелёных насаждений к.п. Нарочь // Итоги и перспективы развития энтомологии в Восточной Европе. Сборник статей II Международной научно-практической конференции, 6–8 сентября 2017 г. Минск. Минск: А.Н. Варакин, 2017. С. 389–398.
- Состояние зелёных насаждений в Москве (по данным мониторинга 2003 г.). Аналитический доклад. М.: Стагирит-Н, 2004. 224 с.
- Танский В.И. Биологические основы вредоносности насекомых. М.: Агропромиздат, 1988. 182 с.
- Тимофеева Ю.А. Липовая моль-пестрянка *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) и сопутствующие ей вредители в Санкт-Петербурге // VII Чтения памяти О.А. Катаева. Вредители и болезни древесных растений России. Материалы международной конференции, Санкт-Петербург, 25–27 ноября. СПб.: СПбГЛТУ, 2013. С. 96.
- Тимофеева Ю.А. Особенности экологии липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Санкт-Петербурге // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2014. Вып. 207. С. 149–158.
- Томов Р. Листоминиращите молци като част от биоразнообразието на България // Лесовъдска мисъл. 2009. № 1. С. 233–241.
- Andriescu I., Ureche C., Perju T., Stolnicu A.M. Formation of the parasitoid complexes in four invasive mining species of macrolepidopterans in Romania // IX-th International Conference of Zoologists. “Sustainable use, protection of animal world and forest management in the context of climate change” dedicated to 70<sup>th</sup> anniversary from the creation of the first research institutions and 55<sup>th</sup> of the inauguration and foundation of the Academy of Sciences of Moldova. 12–13 October 2016, Chisinau. Chisinau, 2016. P. 90–92.
- Buszko J., Mazurkiewicz A. Rapid expansion of *Phyllonorycter issikii* (Mats.) (Lep. Gracillariidae) in Poland // The SEL XIth European Congress of Lepidopterology. Malle (Belgium) 22–26 March 1998. Programme and abstracts. List of participants. 1998. P. 37.
- Deschka G. Schmetterlinge als Einwanderer // Stapfia. 1995. Bd. 37. S. 77–128.
- Doorenweerd C., van As B., Scheffers J. Explosieve verspreiding van de lindevouwmot: nu ook in Nederland? // Entomologische Berichten. 2014. 74 (3). P. 111–114.
- Graf F., Leutsch H., Nuss M., Stübner A., Wauer S. Aktuelle Daten zur Kleinschmetterlingsfauna von Sachsen mit Hinweisen zu anderen Bundesländern (Lep.) III. // Entomologische Nachrichten und Berichte. 2002. Bd. 46. S. 99–104.
- Hirao T., Murakami M. Quantitative food webs of lepidopteran leafminers and their parasitoids in a Japanese deciduous forest // Ecological Research. 2008. Vol. 23 (1). P. 159–168.
- Hrubík P., Kollár J. The non-indigenous insect pests of woody plants in city environment conditions in Slovakia // Alien arthropods in south East Europe – crossroad of three continents. Proceeding of the international conference. University of Forestry, 19–21 September 2007, Sofia, Bulgaria. 2007. P. 88–94.
- Jaworski T. Szrotywek lipowiaczek *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera, Gracillariidae) w Polsce // Leśne Prace Badawcze (Forest Research Papers). 2009 a. 70 (1). S. 89–91.
- Jaworski T. Kibitnikowate (Lepidoptera: Gracillariidae) rezerwatu “Skarpa Ursynowska” w Warszawie // Wiadomości Entomologiczne. 2009 b. 28 (1). S. 53–60.
- Jurc M. Lipin moljac miner (*Phyllonorycter issikii*) u Sloveniji // Љumarski list. 2012. No 3–4. S. 119–127.
- Kamijo K., Ikeda E. A revision of *Citrostichus* and *Mischotetrastichus* (Hymenoptera: Eulophidae), with descriptions of a new genus and new species // Japanese Journal of Entomology. 1997. Vol. 65 (3). P. 562–582.
- Kirichenko N.I., Triberti P., Ohshima I., Haran J., Byun B.-K., Li H., Augustin S., Roques A., Lopez-Vaamonde C. From east to west across the Palearctic: phylogeography of the invasive lime leaf miner *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera: Gracillariidae) and discovery of a putative new cryptic species in East Asia // PLOS ONE. 2017. 12(2): e0171104. 22 p.
- Kollár J. The harmful entomofauna of woody plants in Slovakia // Acta entomologica Serbica. 2007. 12 (1). P. 67–79.
- Kollár J., Donoval L. Diversity of phyllophagous organisms on woody plants in the botanical garden in Nitra, Slovakia // Acta entomologica Serbica. 2013. Vol. 18 (1/2). P. 195–205.
- Kostjukov V.V., Kosheleva O.V., Japoshvili G. First record of the genus *Mischotetrastichus* Graham, 1987 (Hymenoptera, Eulophidae) from Georgia, Transcaucasia // Euroasian entomological journal. 2016. Vol. 15(5). P. 464–465.
- Kovács Z., Kovács S., Szabyky C. The occurrence of *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) and *Phyllonorycter robiniella* (Clemens, 1859), two invasive leafminer species in the fauna of Romania (Lepidoptera, Gracillariidae) // Entomologica Romanica. 2006. Vol. 11 (5–7). P. 5–7.
- Kumata T. Taxonomic studies on the Lithocolletinae of Japan (Lepidoptera: Gracillariidae). Part I // Insecta matsumurana. 1963. Vol. 25 (2). P. 53–90.
- Kumata T., Kuroko H., Park K.T. Some Korean species of the subfamily Lithocolletinae (Gracillariidae, Lepidoptera) // Korean Journal of Plant Protection. 1983. Vol. 22 (3). P. 213–227.
- Kurz M.A. Gros P., Kurz M.E., Pilsel P., Stühr O. Neozoa in Salzburg (Insecta: Hymenoptera, Hemiptera, Lepidoptera) // Mitteilungen aus dem Haus der Natur. 2010. Bd. 18. S. 63–66.

- Lehmann M., Stübner A. Erste Erfahrungen mit der Lindenminiermotte *Phyllonorycter issikii* in Brandenburg // Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. 54. Deutsche Pflanzenschutztagung in Hamburg 20–23 September 2004. Berlin. 2004 a. Heft 396. S. 588.
- Lehmann M., Stübner A. Recent situation of invasion by *Phyllonorycter issikii* in Brandenburg // 1<sup>st</sup> International Cameraria Symposium. *Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe. Department of Natural Products, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry ASCR. Prague, March 24–27, 2004. 2004 b. P. 26.
- Meshkova V., Mikulina I., Shatrovskaja V. Host specificity of some gracillariid leafminers // Recent Developments in Research and Application of Viruses in Forest Health Protection. China Forestry Publishing House. 2013. P. 13–27.
- Noreika R. *Phyllonorycter issikii* (Kumata) (Lepidoptera, Gracillariidae) in Lithuania // Acta Zoologica Lituonica. Entomologia. 1998. Vol. 8 (3). P. 34–37.
- Perny B. Lindenminiermotte *Phyllonorycter issikii*: Vorkommen in Österreich nach mehreren Verdachtsfällen nun bestätigt // Fortschritt Aktuell. 2007. Bd. 38. S. 9–11.
- Pigott C.D. Lime-trees and Basswoods. A Biological Monograph of the Genus *Tilia*. Cambridge. New York: Cambridge University Press, 2012. 395 p.
- Reinhardt R., Rennwald E. *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) jetzt auch in Sachsen-Anhalt – mit einem überblick über den gegenwärtigen Stand der Arealerweiterung in Deutschland (Lepidoptera: Gracillariidae) // Entomologische Nachrichten und Berichte. 2007. Bd. 51 (3–4). S. 233.
- Rodeland J. Erstnachweis von *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) (Lepidoptera: Gracillariidae) für Rheinland-Pfalz // Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv. 2007. Bd. 45. S. 279–281.
- Šefrová H. *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) – bionomics, ecological impact and spread in Europe (Lepidoptera, Gracillariidae) // Acta Universitatis Agriculturae et Silviculture Mendelianae Brunensis. 2002. 50 (3). P. 99–104.
- Šefrová H. Minující druhy řádu Lepidoptera na dřevinách arboreta mzlu v Brně – druhové složení, původ a vliv na zdravotní stav dřevin // Acta Universitatis Agriculturae et Silviculture Mendelianae Brunensis. 2005. Vol. 53 (2). P. 133–142.
- Segerer A. Der Lindenminierfalter *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) – ein wenig bekanntes Neozoon in Bayern – (Lepidoptera: Gracillariidae) // [Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen](#). 2008. Bd. 57 (3/4). S. 75–78.
- Snieškienė V., Stankevičienė A. Kauno miesto želdynų ir želdinių būklės 2013. Matais stebėsenos rezultatai (Ataskaita). (Pagal Kauno miesto aplinkos būklės stebėsenos 2013–2017). Kaunas. 2013. 52 psl.
- Snieškienė V., Stankevičienė A. Kauno miesto želdynų ir želdinių būklės 2016. Matais stebėsenos rezultatai (Ataskaita). (Pagal Kauno miesto aplinkos būklės stebėsenos 2013–2017 metų programa). Kaunas. 2016. 53 psl.
- Soika G., Łabanowski G. Organizmy inwazyjne wykrywane w polskich szkołkach. Instrukcja rozpoznawania roztoczy i owadów inwazyjnych na podstawie wyglądu i cech diagnostycznych. Skierniewice: Instytut Ogrodnictwa, 2014. 74 S.
- Stolnicu A.-M., Ureche C. Data regarding the presence of the *Phyllonorycter issikii* (Kumata) (Lepidoptera: Gracillariidae) in Romanian fauna // Analele Stiintifice ale Universitatii “Al. I. Cuza” Iasi, s. Biologia animal. 2007. T. 53. P. 103–108.
- Szabóky C., Csóka G. A hárslevelél sátorosmoly (*Phyllonorycter issikii* Kumata, 1963, Lep. Gracillariidae) előfordulása Magyarországon // Növényvédelem. 2003. 39 (1). P. 23–24.
- Tomov R. A review of mortality factors of three invasive leafminer moths (Lepidoptera) in Bulgaria // VI Congress of plant protection (Book II). Zlatibor, November, 23–27, 2009. P. 83–85.
- Ureche C. Invasive leaf miner insects in Romania // 7th Workshop on Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe. IUFRO Working Party 7.03.10. Proceedings of the Workshop 2006. Gmunden, Austria. 11–14 September 2006. P. 259–262.
- Wullaert S. *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera: Gracillariidae), new to the Belgian fauna // Phegea. 2012. Vol. 40 (3). P. 63–65.

---

**FORAGE PLANTS OF LIME LEAFMINER  
*PHYLLONORYCTER ISSIKII* (KUMATA, 1963)  
(LEPIDOPTERA, GRACILLARIIDAE)**

© 2018 Ermolaev I.V.<sup>a, b, \*</sup>, Rubleva E.A.<sup>a</sup>, Rysin S.L.<sup>c</sup>, Ermolaeva M.V.<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Udmurt State University;

<sup>b</sup> Tobolsk Complex Research Station of the Ural Branch of the RAS;

<sup>c</sup> The Main Botanical Garden of the RAS;

<sup>d</sup> Izhevsk State Agricultural Academy;

e-mail: \* [ermolaev-i@yandex.ru](mailto:ermolaev-i@yandex.ru)

This study looks into the analysis of forage plants of lime leafminer *Phyllonorycter issikii* Kumata, 1963 (Lepidoptera, Gracillariidae). The miner undergoes development in 12 species of the genus of *Tilia* of the Malvaceae family, i.e. it is a strict oligophage. In so doing, the moth caterpillars damage 6 aboriginal species in the primary range, and 4 aboriginal species and 5 introduced species of the *Tilia* genus in the secondary range. In Europe the most severe damage the miner inflicts to small-leaved lime *T. cordata* Mill. For the “*Ph. issikii* – *T. cordata*” system, the economic thresholds have been presented. The ability of the miner caterpillars to develop successfully on the leaves of American basswood *T. americana* L. makes the species potentially dangerous for lime tree plantations in North America.

**Key words:** lime leafminer, *Phyllonorycter issikii*, lime, *Tilia*, biological invasion.

УДК 631.529:582.736

## ***ROBINIA PSEUDOACACIA* L. (FABACEAE LINDL.) НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ**

© 2017 Коляда Н.А.<sup>а, \*</sup>, Коляда А.С.<sup>б, \*\*</sup>

<sup>а</sup> Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН 690022, г. Владивосток, проспект 100-летия Владивостока, 159;

<sup>б</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный Федеральный университет» (филиал в г. Уссурийске), Россия, Приморский край, Уссурийск, 692500, ул. Некрасова, 35; e-mail: \* [Kolyada18@rambler.ru](mailto:Kolyada18@rambler.ru); \*\* [a.s.pinus@mail.ru](mailto:a.s.pinus@mail.ru)

Поступила в редакцию 24.01.2018

Представлены результаты исследований по встречаемости североамериканского вида *Robinia pseudoacacia* L. (сем. Fabaceae Lindl.) на юге Дальнего Востока России. В период 2014–2018 гг. вид зарегистрирован в ландшафтном дизайне 27 населённых пунктов Приморского края. На изученной территории вид отсутствует в естественных фитоценозах, но заселяет антропогенные ландшафты. Выявлены места интенсивного вегетативного размножения *Robinia pseudoacacia*, что демонстрирует потенциальные возможности вида для более широкого распространения.

**Ключевые слова:** *Robinia pseudoacacia* L., Fabaceae Lindl., естественное вегетативное размножение, озеленение, чужеродный вид, антропогенные ландшафты.

### **Введение**

Одним из североамериканских древесных растений семейства Fabaceae Lindl. (Бобовые), культивируемых на Дальнем Востоке России, является *Robinia pseudoacacia* L. (робиния ложноакациевая).

Естественный ареал растения охватывает восточные районы США – Аппалачские горы, а также штаты Арканзас, Миссури и Оклахома [Little, 1976].

Этот вид древесных растений широко распространился по планете, обретя обширный вторичный ареал, в разных частях которого он проявляет инвазионные свойства.

Так, из мест естественного произрастания он широко расселился по Северной Америке и сегодня встречается в большинстве штатов США, а также в Канаде, где считается инвазионным видом [Reichard, 1994; Warne, 2016].

В начале XVII в. *Robinia pseudoacacia* была интродуцирована в Старый Свет [Cierjacks et al., 2013]. Во второй половине XVII в. вид распространился по всей Западной Европе [Wein, 1930], а с конца XVII в. он начал распростра-

няться в Центральной Европе. В конце XIX в. отмечается дичание вида [New Atlas..., 2003]. Сейчас это один из самых распространённых в Европе североамериканских древесных видов [Lambdon et al., 2008; Cierjacks et al., 2013; Vítková et al., 2017], часто проявляющий инвазионные свойства [Kleinbauer et al., 2010; Benesperi et al., 2012].

В России *Robinia pseudoacacia* появилась в середине XVIII в., в качестве экзота она росла в Московском саду П.А. Демидова, в Санкт-Петербургском ботаническом саду [Виноградова и др., 2012].

Первоначально растение использовалось в декоративных целях, впоследствии получило признание как медонос, стало применяться для получения древесины, в противоэрозионных целях. Является известным азотфиксатором [Reinsvold, Pope, 1987]. Используется для рекультивации террикоников [Танюкевич, Запривода, 2014]. В Ростовской области вид широко применяется для создания полезащитных и прибалочных лесных полос [Танюкевич, 2011].



Постепенно вид распространился на большей части территории России. В Приобье он представлен кустарником, цветение и плодоношение отсутствуют [Боронина, Терёхина, 2015]. На Западном Кавказе встречается в составе прирусловых сообществ [Акатов и др., 2016]. Вид доминирует в локальных сообществах даже на заповедных территориях [Стародубцева, 2016]. В настоящее время вид считается инвазионным для западной части России [Виноградова и др., 2010, 2014].

На Дальнем Востоке России *Robinia pseudoacacia* отмечается в начале XX в.: в 1908 г. она культивировалась С.И. Еловицким [Василук и др., 1987] во Владивостоке. Во второй половине 1950-х гг. вид зарегистрирован в г. Партизанске, на дачах в окрестностях г. Владивостока [Самойлова, 1958]. Попытки выращивать робинию в дендрарии ДальНИИЛХ г. Хабаровска не дали положительных результатов [Аврамчик, 1976].

В настоящее время *Robinia pseudoacacia* встречается в Приморском крае, Сахалинском ботаническом саду [Таран и др., 2011].

Распространение вида на юге Дальнего Востока позволило включить его в состав флоры островов Итуруп и Кунашир [Недолужко, 1995] и в целом Дальневосточного региона [Павлова, 1989].

Цель настоящей работы – определение встречаемости *Robinia pseudoacacia* на территории Приморского края и оценка степени натурализации вида.

### Материал и методика исследований

Полевые исследования проводились традиционным маршрутно-рекогносцировочным способом. Всего за период 2014–2018 гг. было обследовано около 195 населённых пунктов Приморского края из 17 административных районов.

При определении степени натурализации придерживались работы Ю.К. Виноградовой с соавторами [Виноградова и др., 2014].

### Результаты и обсуждение

Присутствие *Robinia pseudoacacia* в Приморском крае нами зафиксировано в 27 насе-

лённых пунктах (13.8% от всего числа исследованных) (рис. 1).

Вид встречается в ландшафтном дизайне 10 городов (Владивосток, Уссурийск, Спасск и др.) и целого ряда сельских населённых пунктов.

В г. Уссурийске *Robinia pseudoacacia* составляет 2.75% от числа чужеродных видов древесных растений, используемых в озеленении в селитебной зоне, а в г. Владивостоке – 4.51% от числа видов, используемых в озеленении [Шихова, Полякова, 2006].

Растение встречается главным образом в одиночных, редко – линейных посадках.

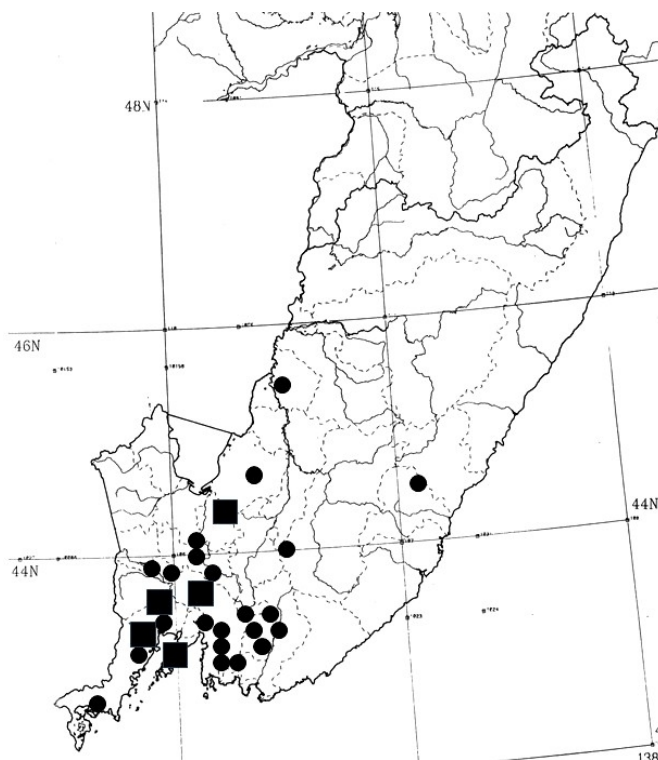
В исследованных населённых пунктах *Robinia pseudoacacia* цветёт и плодоносит, однако семенное размножение нами не зарегистрировано. Вегетативное возобновление также, как правило, отсутствует, что вызвано главным образом проведением мероприятий по уходу за участками произрастания растения.

В то же время при отсутствии ухода данное растение даёт корневые отпрыски. Это наблюдается в г. Находке, сёлах Раздольное, Песчаное. В с. Соловей Ключ два маточных дерева дали около 50 отпрысков, произрастающих вдоль автодороги. В с. Зарубино (Хасанский район) робиния образовала многочисленные корневые отпрыски на южном склоне сопки.

Эти наблюдения позволили предположить, что при наличии благоприятных условий возможно и более интенсивное вегетативное размножение растения. Это и было зарегистрировано в различных местах Приморского края.

В дендрарии Горнотаёжной станции ДВО РАН (43°42'00" с. ш., 132°09'00" в. д.) *Robinia pseudoacacia* отмечается во второй половине 1950-х гг. [Самойлова, 1958], значительные посадки были осуществлены в 1960-х гг. [Колыда, 2007] при создании североамериканского участка. В настоящее время вид произрастает на 2 участках, представлен 22 особями, достигающими в высоту 8–10 м. Они дают многочисленные корневые отпрыски, которые приходится удалять путём выкашивания.

На участке «Старый дендрарий» росли 2 особи *Robinia pseudoacacia*. В 1990-х гг. его часть площадью около 200 м<sup>2</sup> была осветлена.



**Рис. 1.** Встречаемость *Robinia pseudoacacia* в Приморском крае; (●) – использование в озеленении; (■) – места интенсивного вегетативного размножения.

В течение 3–4 последующих лет здесь в результате вегетативного размножения появились первые дочерние особи данного вида. В 2017 г. на этом участке уже произрастали 5 маточных деревьев высотой до 8–10 м, давших обильные корневые отпрыски до 1–1.5 м высоты.

Кроме того, вид используется в озеленении территории Уссурийской астрофизической обсерватории. На юго-восточном склоне на освобождённом от растений участке размерами около 150 × 25 м робиния сильно разрослась, создав монодоминантную заросль. Особи достигают 1.5–2.5 м высоты, приняли кустовидную форму, с 5–8 стволиками. На 1 м<sup>2</sup> площади насчитывается 1–3 особи.

Травяной покров под пологом *Robinia pseudoacacia* отсутствует, на освещённых участках растут *Lespedeza bicolor* Turcz., *Rubus crataegifolius* Bunge, *Pinus sylvestris* L., *Ulmus pumila* L., *Humulopsis scandens* (Lour.) Grudz., *Pteridium aquilinum* L., *Artemisia* sp., *Carex* sp.

Такое же вегетативное разрастание *Robinia pseudoacacia* наблюдается в с. Девятый Вал (Надеждинский район, 43°18'20" с. ш., 131°50'35" в. д.). Здесь рядом с заброшенным недостроенным зданием на склоне сопки возникла сплошная заросль данного вида.

В некоторых случаях робиния используется для высаживания на кладбищах, где при отсутствии ухода она может сильно разрастаться вегетативно. Это наблюдается, например, на кладбище с. Тавричанка (Надеждинский район, 43°19'40" с. ш., 131°51'35" в. д.). А на кладбище в с. Раздольном (Надеждинский район, 43°32'20" с. ш., 131°53'50" в. д.) это растение настолько сильно размножилось вегетативно, что многие экземпляры прорастают рядом с могильными плитами в пределах оград захоронений.

В окрестностях с. Синий Гай (Черниговский район, 44°27'29" с. ш., 132°35'28" в. д.) *Robinia pseudoacacia* в результате вегетативного размножения образовала монодоминантное сообщество.

щество, состоящее из 2 участков, расположившихся по обе стороны от автомобильной дороги. Общая площадь его не менее 2 га.

Общее число экземпляров данного вида – около 50, их высота составляет от 1.5 до 5–6 м, имеются многочисленные корневые отпрыски до 1–1.8 м высоты. На участках с сомкнутым пологом травянистая растительность отсутствует, в более освещённых местах произрастают *Agrimonia granulosa* Juz., *Asparagus schoberioides* Kunth, *Chelidonium asiaticum* (Hara) Krachulkova, *Urtica angustifolia* Fisch. ex Hornem., *Artemisia* sp., *Carex* sp. Из древесных растений единично встречаются *Acer negundo* L., *Ulmus pumila* L., *Rubus idaeus* L., в числе 6–8 экземпляров – *Populus tremula* L., *Acer ginnala* Maxim.

В озеленении г. Владивостока (43°07'00" с. ш., 131°54'00" в. д.) *Robinia pseudoacacia* используется более 100 лет [Василюк, 1979; Добрынин, Недолужко, 1983б]. Крупные экземпляры растут вдоль главной автомобильной трассы от ст. Океанская (пригород Владивостока) почти до центра города. Обильно размножаясь вегетативно, это растение часто возобновляется вдоль железнодорожных насыпей, на пустырях и возле гаражей.

В 1980-х гг. в районе ст. Весенняя (пригород г. Владивостока) в районе совхоза декоративных культур была отмечена крупная заросль робинии ложноакациевой [Добрынин, Недолужко, 1983а]. Обнаружить её в 2018 г. авторам не удалось, что связано с интенсивной застройкой этого района; тем не менее, отдельные экземпляры этого растения здесь по-прежнему встречаются.

Следует отметить, что при обследовании естественных фитоценозов, прилегающих к изученным местам посадок робинии, наличие в них особей данного вида нами не отмечалось.

Таким образом, по степени натурализации *Robinia pseudoacacia* можно отнести к эпекофитам – видам, натурализовавшимся в антропогенно нарушенных ландшафтах. В естественные ценозы вид не внедряется, однако в местах культуры может интенсивно распространяться вегетативно, занимая большие площади.

## Заключение

Результаты изучения распространения *Robinia pseudoacacia* на юге Дальнего Востока России свидетельствуют о том, что в настоящее время этот вид находит применение в озеленении городских и сельских населённых пунктов.

При отсутствии ухода за посадками *Robinia pseudoacacia* может интенсивно размножаться вегетативно, а в некоторых случаях и создавать монодоминантные заросли. Однако внедрения вида в естественные фитоценозы не происходит, что позволяет по степени натурализации отнести его к эпекофитам [Виноградова и др., 2014].

Выраженная способность растения к вегетативному расселению, антропогенная трансформация растительного покрова региона могут способствовать внедрению *Robinia pseudoacacia* в естественные сообщества, поэтому необходим контроль за расселением этого североамериканского вида.

## Литература

- Аврамчик М.Н. Интродукция древесных растений в дендрарии ДальНИИЛХ Хабаровска // Растительные богатства Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1976. С. 105–112.
- Акатов В.В., Акатова Т.В., Шадже А.Е. *Robinia pseudoacacia* L. на Западном Кавказе // Российский журнал биологических инвазий. 2016. № 1. С. 2–23.
- Боронина А.П., Терёхина Т.А. Натурализация *Robinia pseudoacacia* L. в условиях лесостепи Приобья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 6(128). С. 73–78.
- Василюк В.К. Интродукция деревьев североамериканской флоры в южном Приморье // Интродукция древесных растений в Приморье. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1979. С. 85–98.
- Василюк В.К., Врищ Д.Л., Журавков А.Ф. и др. Озеленение городов Приморского края. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. 516 с.
- Виноградова Ю.К., Куклина А.Г., Ткачёва Е.В. Инвазионные виды семейства Бобовых. Люпин, Галега, Робиния, Аморфа, Карагана. М.: АБФ, 2014. 304 с.
- Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Чёрная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС, 2010. 512 с.
- Виноградова Ю.К., Ткачёва Е.В., Бринзда Я., Майоров С.Р., Островский Р. К биологии цветения чужеродных видов. 2. *Robinia pseudoacacia*, *R. Ч ambigua*, *R.*

- neotexicano* // Российский журнал биологических Инвазий. 2012. № 4. С. 10–26.
- Добрынин А.П., Недолужко В.А. Натурализация *Robinia pseudoacacia* в Приморском крае // Бюл. Гл. ботан. сада. 1983а. Вып. 128. С. 49–51.
- Добрынин А.П., Недолужко В.А. Возможность использования робинии лжеакации в ландшафтном озеленении в связи с её натурализацией в Приморском крае // Конструктивное ландшафтоведение: Некоторые вопросы теории и методики. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983б. С. 172–175.
- Коляда Н.А. Североамериканские древесные растения на юге Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука, 2007. 166 с.
- Недолужко В.А. Конспект дендрофлоры российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1995. 208 с.
- Павлова Н.С. Робиния – *Robinia* L. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Л.: Наука, 1989. С. 197–198.
- Самойлова Т.В. Результаты интродукции и введения в культуру на юге Приморского края ценных древесно-кустарниковых пород // Вопросы реконструкции и повышения продуктивности лесов Дальнего Востока / Тр. Дальневосточного филиала Сибирского отделения АН СССР. Сер. Ботан. Владивосток, 1958. Т. 4(6). С. 89–95.
- Стародубцева Е.А. Флористические потери на заповедных территориях (Воронежский заповедник, 1935–2015 гг.) // Russian journal of ecosystem ecology. 2016. Vol. 1(4). P. 90–111.
- Танюкевич В.В. Мелиоративная роль робиниевых лесных полос степных агролесоландшафтов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2011. № 3(23). С. 60–66.
- Танюкевич В.В., Запривода М.А. Опыт применения робинии ложноакациевой (*Robinia pseudoacacia* L.) в рекультивации терриконов Донецкого края // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2014. № 1(13). С. 83–93.
- Таран А.А., Таран Ан.А., Чабаненко С.И., Шейко В.В., Кажяева М.В. Каталог растений Сахалинского ботанического сада ДВО РАН: Справочное пособие. Южно-Сахалинск, СФ БСИ ДВО РАН, 2011. 268 с.
- Шихова Н.С., Полякова Е.В. Деревья и кустарники в озеленении города Владивостока. Владивосток: Дальнаука, 2006. 236 с.
- Benesperi R., Giuliani C., Zanetti S. et al. Forest plant diversity is threatened by *Robinia pseudoacacia* (black-locust) invasion // Biodivers. Conserv. 2012. 21. P. 3555–3568.
- Cierjacks A., Kowarik I., Joshi J., Hempel S., Ristow M., Moritz von der Lippe, Weber E. Biological Flora of the British Isles: *Robinia pseudoacacia* // Journal of Ecology. 2013. 101. P. 1623–1640.
- Kleinbauer I., Dullinger S., Peterseil J., Essl F. Climate change must drive the invasive tree *Robinia pseudoacacia* into nature reserve and endangered habitats // Biol. Cons. 2010. Vol. 143(2). P. 382–390.
- Lambdon P.W., Pyšek P., Basnou C., Hejda M., Arianoutsou M., Essl F. et al. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs // Preslia. 2008. No. 80. P. 101–149.
- Little E.L. Atlas of United States Trees. Vol. 3. Minor Western Hardwoods. Washington: U.S. Department of Agriculture, 1976.
- New Atlas of the British & Irish Flora / Editors: C.D. Preston, D.A. Pearman, T.D. Dines. Oxford: Oxford University Press, 2003. 922 p.
- Reichard S.E. Assessing the potential of invasiveness in woody plants introduced in North America. Seattle: University of Washington, 1994.
- Reinsvold R.J., Pope Ph.E. Combined effect of soil nitrogen and phosphorus on nodulation and growth of *Robinia pseudoacacia* // Can. J. Forest Res. 1987. Vol. 17. No. 8. P. 964–969.
- Vítková M., Müllerová J., Sádlo J., Pergl J., Pyšek P. Blacklocust (*Robinia pseudoacacia*) beloved and despised: a story of an invasive tree in central Europe // Forest Ecology and Management. 2017. Vol. 384. С. 287–302.
- Warne A. Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.). Best management practices in Ontario. Peterborough: Ontario invasive plant council, 2016. 34 p.
- Wein K. Die erste Einführung nordamerikanischer Gehölze in Europa. I // Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft. 1930. Vol. 42. P. 137–163.

---

# ***ROBINIA PSEUDOACACIA* L. (FABACEAE LINDL.) IN THE SOUTH OF THE RUSSIAN FAR EAST**

© 2017 Kolyada N.A.<sup>a, \*</sup>, Kolyada A.S.<sup>b, \*\*</sup>

<sup>a</sup> Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok 690022, Russia

<sup>b</sup> Federal state autonomous educational institution of higher professional education, Far Eastern Federal University (branch in Ussuryisk city), Russia, Primorye Territory, Ussuryisk, 692500, Nekrasova st., 35

e-mail: \* [Kolyada18@rambler.ru](mailto:Kolyada18@rambler.ru); \*\* [a.s.pinus@mail.ru](mailto:a.s.pinus@mail.ru)

Results of the studies on the occurrence of the North American species *Robinia pseudoacacia* L. (Fabaceae Lindl.), the alien one in the south of the Russian Far East are shown. During 2014–2018 the species was registered in landscaping in 27 inhabited localities of Primorye Territory. It is absent in natural phytocoenosis, but inhabits anthropogenic landscapes. Places of intensive vegetative reproduction of *Robinia pseudoacacia* are detected. The investigations show potential possibilities of the species for wider spreading.

**Kew words:** *Robinia pseudoacacia* L., Fabaceae Lindl., natural vegetative reproduction, gardening, alien species, anthropogenic landscapes.

УДК 595.142.2(261.245):574.3

## ПОЛИХЕТЫ РОДА *MARENZELLERIA* (SPIONIDAE) В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКЕ (ИЭЗ РФ)

© 2017 Кочешкова О.В.\*, Ежова Е.Е.\*\*

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН  
e-mail: \* [okocheshkova@gmail.com](mailto:okocheshkova@gmail.com), \*\* [igelinez@gmail.com](mailto:igelinez@gmail.com)

Поступила в редакцию 01.11.2017

С использованием морфологического подхода впервые констатируется обитание двух близкородственных видов полихет рода *Marenzelleria* в Юго-Восточной Балтике. *M. neglecta* обитает в мелководных, эвтрофных, олигогалинных Вислинском и Куршском заливах. *M. arctica* – в относительно глубоководных, мезотрофных, мезогалинных морских водах до глубин 70–80 м. Описываются распространение и распределение видов в Юго-Восточной Балтике.

**Ключевые слова:** *Marenzelleria arctica*, *Marenzelleria neglecta*, виды-вселенцы, Юго-Восточная Балтика.

### Введение

В российских водах Юго-Восточной Балтики (далее ЮВБ) полихеты являются субдоминантами, реже – доминантами, в большинстве донных сообществ [Ежова, Спиридо, 2007], к массовым видам относятся *Marenzelleria spp.*, *Hediste diversicolor*, *Pygospio elegans*. Полихеты рода *Marenzelleria* вселились в Балтийское море сравнительно недавно, в 1980-х. Первые появившись в 1985 г., к началу 1990-х гг. полихеты колонизировали всё Балтийское море [Zettler et al., 2002].

К 2016 г. полихеты рода *Marenzelleria* в Балтийском море представлены тремя видами: *M. neglecta*, *M. arctica*, *M. viridis* [HELCOM, 2012], распространение видов изменилось по сравнению с приведённым на сайте HELCOM [2017]: в Финском заливе в мелководной части обитает *M. neglecta*, а в глубоководной – *M. arctica* [Максимов, 2010]. Не соответствует приведённому в [HELCOM, 2012] и распространение видов рода *Marenzelleria* в ЮВБ.

Полихеты рода *Marenzelleria* играют значительную роль в процессах биотурбации и биоирригации донных осадков [Zettler, 1996; Bird et al., 1999; Kotta et al., 2001; Renz, Forster, 2013], тем самым влияя на трофический статус мел-

ководных акваторий [Максимов и др., 2014], являются организмами-эдификаторами донных сообществ [Žmudziński, 1996, 2000; Ezhova, Spirido, 2005]. Показано также, что полихеты рода *Marenzelleria* проникают в осадок на разную глубину. Так *M. neglecta* Sikorski, Bick, 2004 и *M. viridis* (Verrill, 1873) – до 25–35 см, эти виды строят норки J-L образной формы, 2 мм в диаметре, в то время как норки *M. arctica* (Chamberlin, 1920) – глубиной до 11 см, имеют U-образную форму и диаметр ~0.5 мм [Renz, Forster, 2013]. Эти особенности биологии близких видов приводят к разной скорости биогеохимических процессов в биотурбированном полихетами слое осадка.

Знание видового состава и распределения видов-вселенцев – основа для понимания механизмов расселения видов в условиях меняющегося климата и возрастающего антропогенного воздействия, а также – основа прогнозирования влияния этих видов на экосистему-реципиент.

В связи с этим целью данной работы было: уточнение видовой принадлежности полихет рода *Marenzelleria* в российской ЮВБ и характеристика их распространения в районе исследования.

## Материал и методы

**Район исследования.** Морское побережье Калининградской области имеет протяжённость 157 км, включает берега Самбийского полуострова, южной части Куршской косы и северной части Вислинской. До глубины 70–80 м преобладают среднезернистые пески с примесью крупного песка, гальки и гравия [Жамойда и др., 2012]. Содержание органики в осадке ниже 2% [Malicki, Miktus, 1994]. Солёностный режим стабильный, солёность в прибрежной части 6.5–7.5‰, на глубинах выше 20 м увеличивается до 12‰. Биологическая продуктивность вод по показателям фитопланктона соответствует мезотрофному статусу [Кудрявцева и др., 2014].

В Вислинском заливе преобладают илы, сменяющиеся к берегам песчаными осадками [Чечко, 2006]. Содержание в осадке органического вещества 3–5% [Блажчишин, 1995]. Характерно пространственное и сезонное изменение солёности от 1.0 до 7.7‰, средняя величина солёности 3.8‰. [Журавлёва, Тшосиньска, 1971; Чубаренко, 2007]. По концентрации хлорофилла «а» залив соответствует эвтрофному статусу [Александров, 2003].

Данные по полихетам получены при обработке бентосных проб, собранных в ЮВБ в 2001–2014 гг. и северо-восточной (русской) части Вислинского залива в 1997–2012 гг. Полученный материал хранится в фондовых коллекциях ИО РАН. Всего за период исследований обработано 1900 бентосных проб из Вислинского залива и 287 – из ЮВБ. В ЮВБ выполнено 139 станций, станции с близкими координатами на карте объединены (рис. 1).

Пробы бентоса отбирали различными типами дночерпателей, рекомендованных для соответствующих акваторий, фиксировали 4%-м нейтральзованным формалином, промывали в лаборатории через мельничный газ № 15 (ячейка 0.36 мм), обрабатывали по стандартным методикам [Методические рекомендации..., 1984]. Организмы каждого вида в пробе взвешивали групповым методом на торсионных весах с точностью до 0.0005 г. Средние значе-

ния численности и биомассы даны с указанием ошибки среднего ( $X \pm SE$ ).

### Определение видов рода *Marenzelleria*

Видовая идентификация основано в первую очередь на разнице в форме нухальных органов, также учитывались номер первого сегмента на котором появляются нотоподиальные и невроподиальные крючковидные щетинки и соотношение меристических признаков.

В работе используются сокращения, предложенные авторами последней ревизии рода – А.В. Сикорским и А. Биком [Sikorski, Bick, 2004]: NO – номер сегмента, где оканчиваются нухальные органы; b, m, e – начало, середина и конец щетинкового сегмента; Bг – номер последнего жаброносного сегмента; VHH – номер сегмента появления невроподиальных крючковидных щетинок; DHH – номер сегмента появления нотоподиальных крючковидных щетинок. Приведены измерения 28 особей *M. neglecta* и 26 особей *M. arctia*. Относительно небольшое количество измеренных особей связано с тем, что в процессе отбора бентосной пробы или выемки червей из осадка, при работе в литоральном биотопе, черви практически всегда автотомируют хвостовой отдел, при этом, чем больше длина, тем большая часть особи отрывается. Кроме того, известно, что потревоженные падением на дно дночерпателя, крупные полихеты мгновенно прячутся внутрь норки. Поэтому крупные (с шириной X сегмента более 1 мм) целые особи маренцеллерий редки. При исследованиях мониторингового характера для определения вида опирались на форму нухального органа.

Для большей достоверности видовой идентификации А.В. Сикорским и А. Биком [Sikorski, Bick, 2004] было предложено использовать совокупность морфологических признаков и их соотношения у особей с шириной X сегмента 1 мм и более:

– *M. neglecta*: нухальные органы пересекают срединно-сегментный ресничный пояс (нототрох) 2-го сегмента и доходят до конца 3-го – середины 4-го сегмента, имеют форму



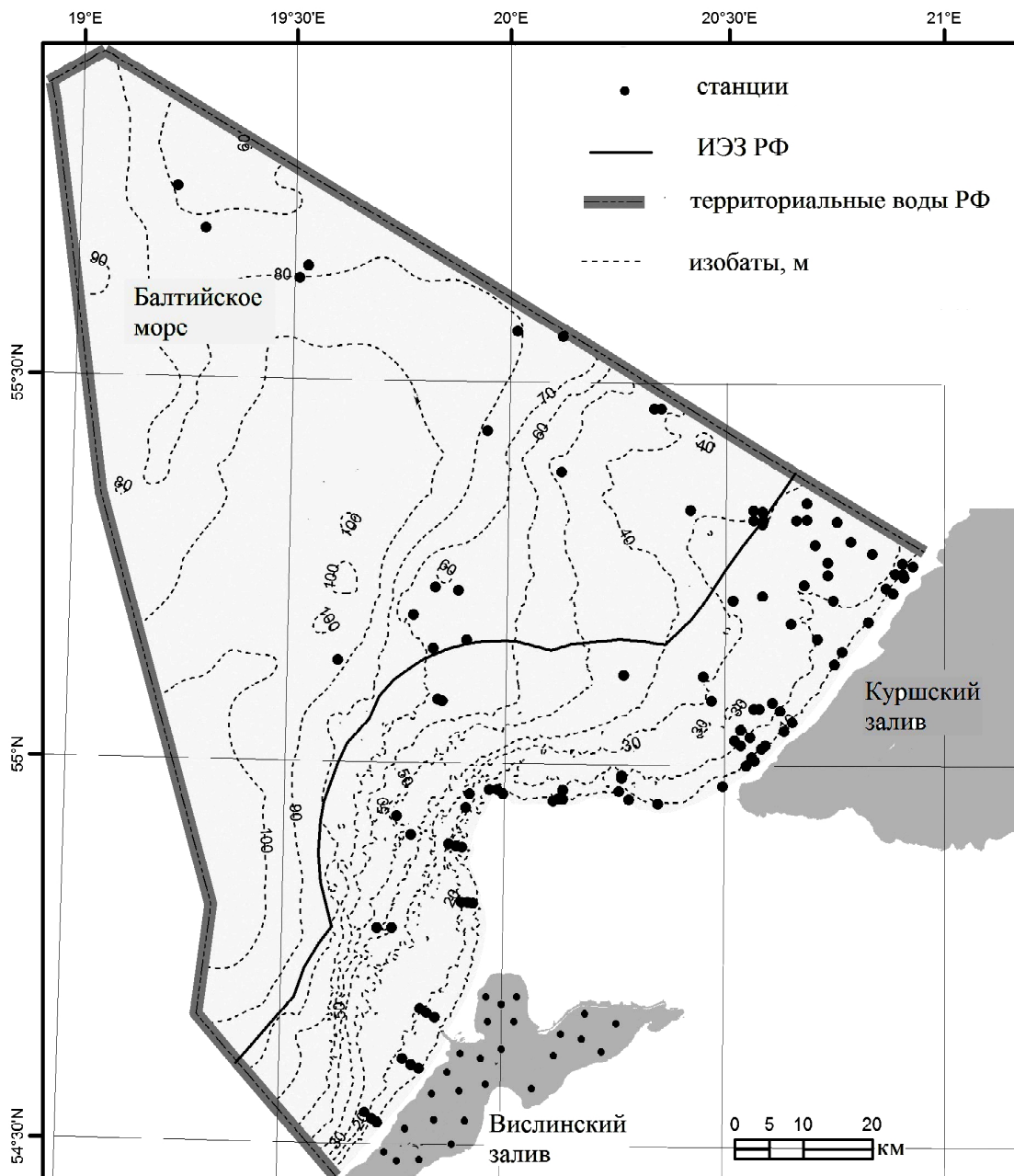


Рис. 1. Карта-схема станций пробоотбора

изогнутых и вытянутых канавок,  $DHH-VHH \leq 20$ ,  $Br-DHH < 14$ ;

– *M. arctia*: нухальные органы не пересекают срединно-сегментный ресничный пояс (нототрох) на 2-м сегменте, имеют эполоетообразную [Жирков, 2001] форму,  $DHH-VHH \leq 20$ ,  $Br < 40$ .

### Результаты

Результаты измерений полихет рода *Marenzelleria*, обитающих в ЮВБ, представлены в таблице 1.

Согласно проведённому исследованию, в российском секторе ЮВБ обитает *M. arctia*, в Вислинском заливе – *M. neglecta*; *M. viridis* в районе исследования не обнаружена.

### Распространение полихет

В российском секторе ЮВБ до изобаты 70–80 м обитает *M. arctia* (рис. 2). В Вислинском заливе по всей акватории встречается только *M. neglecta*. В южной (российс-

Таблица 1. Изменчивость меристических признаков в зависимости от размера особи

Признак	Вид	Размерная группа, ширина X сегмента (мм)				
		0.8–1.0	1.1–1.3	1.4–1.6	1.7–1.9	≥2.0
NO	<i>M. neglecta</i>	m3(4*)	e3...m3 (8*)	e3...b3(7*)	e3...3m (6*)	3m...3b (3*)
	<i>M. arctia</i>	b2(8*)	m2...b2 (17*)	2m (1*)	–	–
Br	<i>M. neglecta</i>	34...45	49...52	52...60	52...63	75...87
	<i>M. arctia</i>	25...32	23...39	27	–	–
DHH	<i>M. neglecta</i>	45...48	56...58	43...61	50...59	65...74
	<i>M. arctia</i>	33...40	34...43	40	–	–
VHH	<i>M. neglecta</i>	36...38	42...45	38...53	42...50	53...56
	<i>M. arctia</i>	29...32	28...37	31	–	–
Br-VHH	<i>M. neglecta</i>	–2...7	7...11	1...18	6...20	22...31
	<i>M. arctia</i>	–4...–12	–7...3	–4	–	–
Br-DHH	<i>M. neglecta</i>	–11...–1	–7...5	–7...13	–3...11	10...13
	<i>M. arctia</i>	–12...–7	–13...–4	–13	–	–
DHH-VHH	<i>M. neglecta</i>	9...12	6...14	5...12	8...9	12...18
	<i>M. arctia</i>	3...8	4...13	9	–	–

\* – количество особей

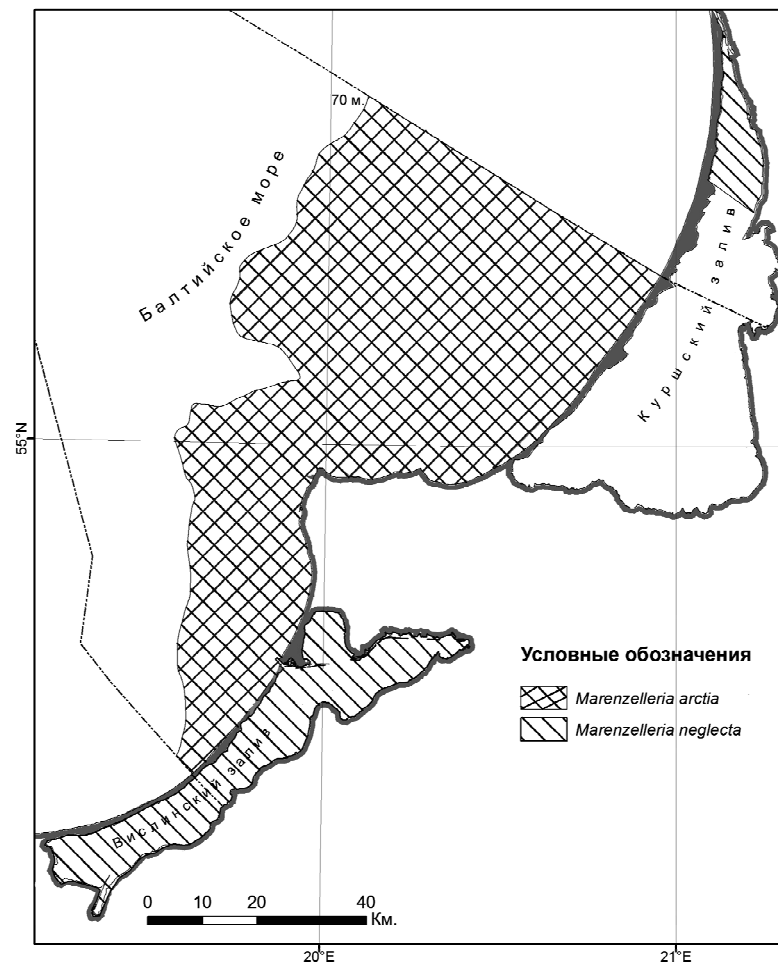


Рис. 2. Карта-схема распространения полихет рода *Marenzelleria* в ЮВБ. Северная часть Куршского залива по: [Daunys et al., 2000]; юго-западная часть Вислинского залива по: [Integrated water resources..., 2011]; южная часть Куршского и северо-восточная Вислинского заливов, ЮВБ – наши данные

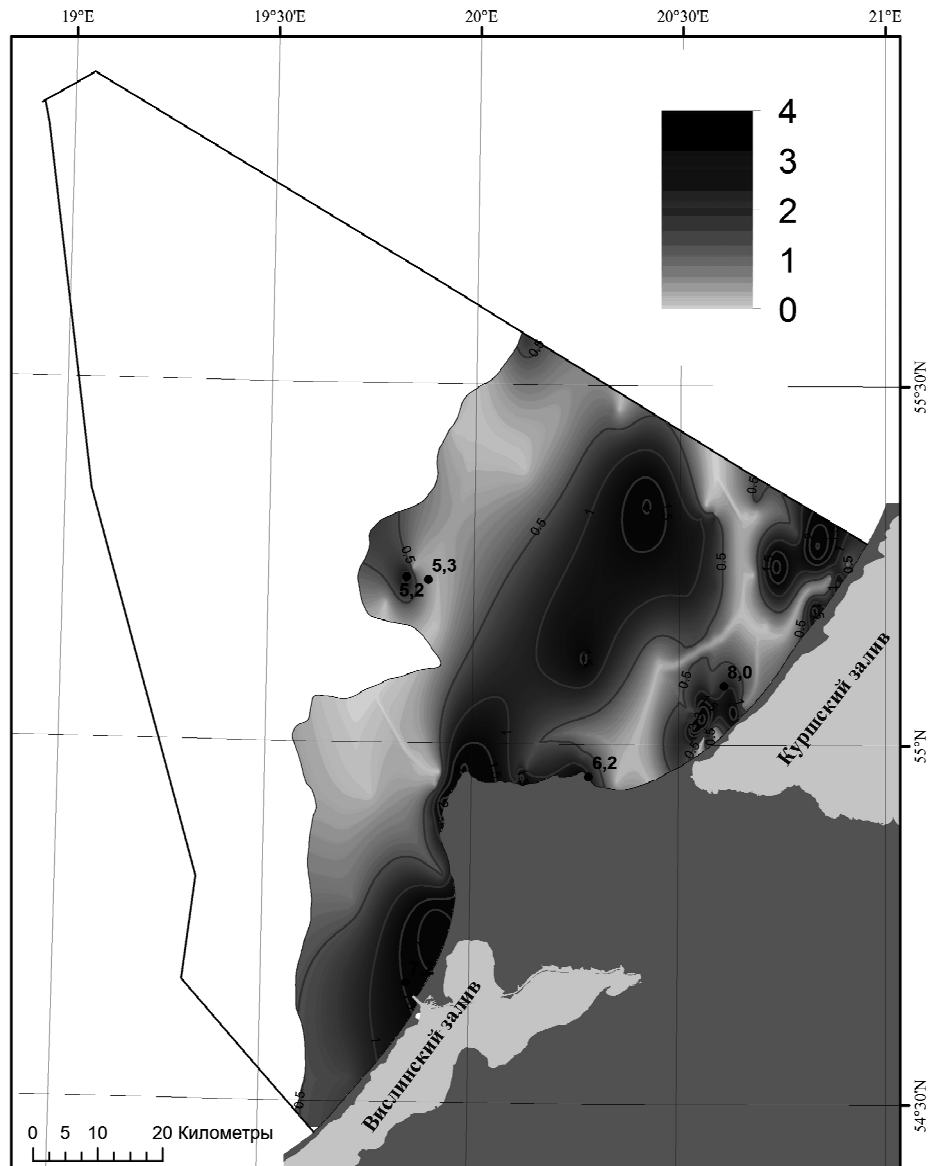


Рис. 3. Горизонтальное распределение биомассы ( $\text{г}/\text{м}^2$ ) *M. arctia* в ЮВБ, до изобаты 70 м, 2001–2014 гг.

кой) части Куршского залива полихеты не встречаются. В северной (литовской) части Куршского залива отмечена *M. neglecta* [Daunys et al., 2000].

#### Распределение полихет

*Юго-Восточная Балтика.* Характер пространственного распределения *M. arctia* в акватории отличается постоянством, количественные показатели низкие (рис. 3).

Численность в 2001–2014 гг. изменялась от 186.2 до 1783.5 экз./ $\text{м}^2$ , в среднем за период составляя  $752.7 \pm 200.4$  экз./ $\text{м}^2$ , биомасса – 0.01–8.0  $\text{г}/\text{м}^2$ , в среднем –  $1.2 \pm 0.2$   $\text{г}/\text{м}^2$ . По мере уве-

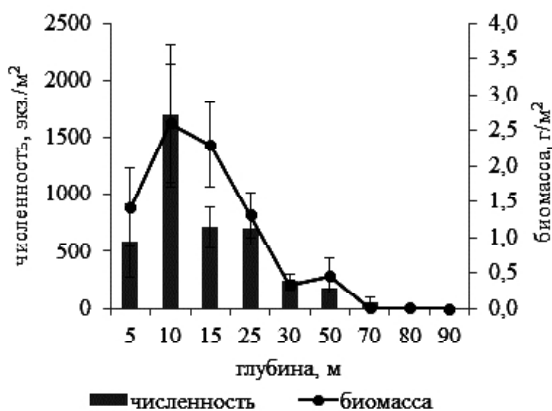
личения глубины обитания биомасса *M. arctia* возрастает, достигая максимума на 10–15 м (табл. 2).

На глубине свыше 25 м частота встречаемости и количественные характеристики вида снижаются (табл. 2, рис. 4). На глубине 80 м *M. arctia* за период исследования встретилась лишь однажды, на одной станции в северо-восточной части ЮВБ на алевро-пелитовых осадках. Наибольшие количественные показатели, отмеченные на глубинах 10–15 м, соответствуют району с повышенным содержанием придонной взвеси и органической составляющей в ней [Бабаков, 2012].

**Таблица 2.** Минимальные и максимальные значения численности, биомассы, частота встречаемости (F) и количество проб (N) *M. arctia* в ЮВБ на разных глубинах, 2001–2014 гг.

Глубина, м	Численность, экз./м <sup>2</sup>		Биомасса, г/м <sup>2</sup>		F (%) / N <sub>проб</sub>
	min	max	min	max	
5	37	5377	0.04	7.5	88 / 70
10	4	21793	0.02	28.5	86 / 72
15	40	4892	0.04	16.0	82 / 64
25	320	1856	0.4	4.5	86 / 17
30	9	1101	0.04	1.5	76 / 21
50	97	720	0.10	1.9	44 / 9
70*	–	160	–	0.04	– / 3
80*	–	4	–	0.004	– / 2
90*	–	–	–	–	– / 2

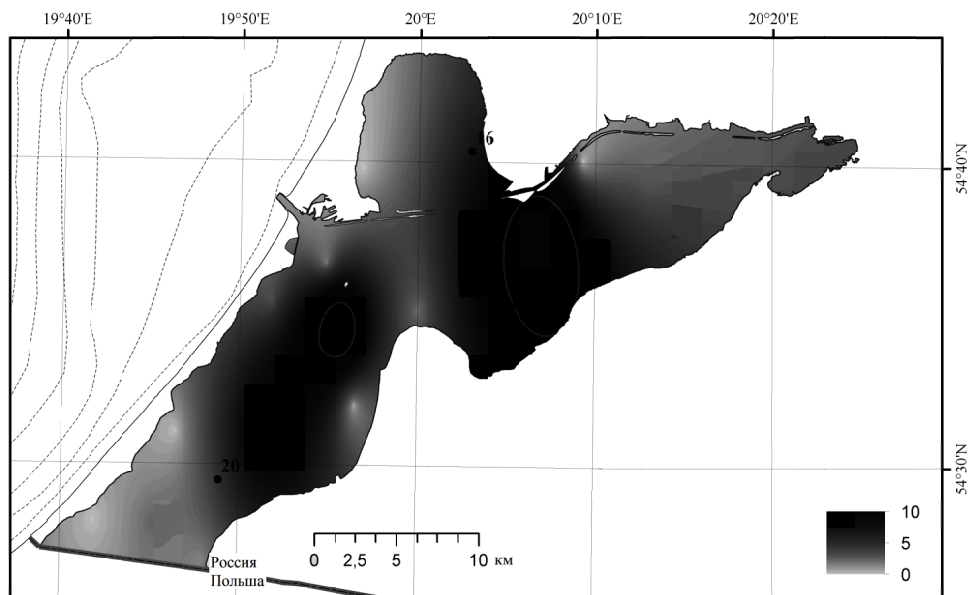
\* – частоту встречаемости вида не приводим, поскольку количество станций не превышает трёх на каждой глубине.



**Рис. 4.** Вертикальное (батиметрическое) распределение *M. arctia*, ЮВБ, 2001–2014 гг.

*Вислинский залив.* В течение 1997–2012 гг. количественные показатели вида в заливе изменялись [Ezhova, Spirido, 2005]. В июле-августе 2010–2012 гг. в северо-восточной части залива значения численности и биомассы были невелики (рис. 5) по сравнению с началом вселения: численность изменялась от 100 до 2680 экз./м<sup>2</sup>, в среднем составляя – 302.3±43.1 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – от 0.2 до 81.9 г/м<sup>2</sup>, в среднем – 4.9±0.9 г/м<sup>2</sup>.

В юго-западной (польской) части залива средняя численность *M. neglecta* в 2009–2010 гг. составила 1812 экз./м<sup>2</sup>, максимальные значения



**Рис. 5.** Горизонтальное распределение биомассы *M. neglecta*, 2010–2012 гг., северо-восточная часть Вислинского залива

**Таблица 3.** Численность (N) и биомасса (B) *M. neglecta* в Вислинском заливе в разных биотопах (1 – по: Marut, 1994; Brzeska, 1995; 2 – Integrated water resources..., 2011; 3 – наши данные)

Параметр	Прибрежный биотоп, 0.5–2 м			Открытая часть, 2.5–3.5 м		
	min	max	X±SE	min	max	X±SE
<b>юго-западная часть залива, 1992–1994 г.<sup>1</sup></b>						
N, экз./м <sup>2</sup>	1500	8100	3550±689.2	100	2700	1310±186.9
B, г/м <sup>2</sup>	32.0	544.0	161.8±48.1	0.8	214.6	92.6±16.8
<b>юго-западная часть залива, 2008–2011 гг.<sup>2</sup></b>						
N, экз./м <sup>2</sup>	101	6794	–	до 100	1000	–
B, г/м <sup>2</sup>	20	440	–	0.1	100	–
<b>северо-восточная часть, 1999 г., 2001 г.<sup>3</sup></b>						
N, экз./м <sup>2</sup>	57	3805	599.9±183.4	28	2200	480.6
B, г/м <sup>2</sup>	4.4	379.9	150.2±55.8	0.02	272.1	22.7
<b>северо-восточная часть, 2010–2012 гг.<sup>3</sup></b>						
N, экз./м <sup>2</sup>	–	–	–	100	2680	302.3±43.1
B, г/м <sup>2</sup>	–	–	–	0.2	81.9	4.9±0.9

численности 6000 экз./м<sup>2</sup>, биомассы – 440 г/м<sup>2</sup> [Integrated water resources..., 2011].

Численность и биомасса *M. neglecta* в юго-западной части залива значительно выше, чем в северо-восточной. Анализ собственных и литературных данных [Marut, 1994; Brzeska, 1995; Integrated water resources..., 2011] позволил заключить, что количественные показатели *M. neglecta* значительно варьируют в зависимости от типа биотопа (табл. 3).

В прибрежных биотопах залива, где преобладают средне- и мелкозернистые песчаные осадки и глубины не превышают 1.6–2.0 м, количественные показатели *M. neglecta* значительно выше, чем в биотопах открытой части залива, что связано с активной придонной гидродинамикой в данной области [Чечко, 2006], создающей благоприятную трофическую ситуацию для сестонофагов-фильтраторов [Кузнецов, 1980].

В *Куришском заливе* *M. neglecta* встречается только в районе, где солёность изменяется в пределах 1.5–4.5‰, численность составляет 250±70 экз./м<sup>2</sup> [Daunys et al., 2000].

### Обсуждение

В Южной и Восточной Балтике полихет рода *Marenzelleria* идентифицировали ранее как *M. viridis* [Kube et al., 1996; Kotta, Kotta, 1998; Zettler et al., 2002; Gusev, Starikova, 2005],

в том числе – и в наших сборах [Ezhova, Spirido, 2005]. После ревизии рода *Marenzelleria* А.В. Сикорским и А. Биком полихет, обитающих в южной Балтике, стали определять как *M. neglecta*.

Несмотря на ряд генетических, морфологических и генетико-морфологических работ, имевших целью, в том числе, прояснить, какие регионы могли стать донорами для балтийских популяций полихет рода *Marenzelleria* [Rühner et al., 1996a, 1996b; Bastrop et al., 1997, 1998; Bick., Zettler 1997; Bastrop, Blank, 2006], вопрос далёк от разрешения. На основании имеющихся генетико-морфологических данных и анализа сведений о хронологии и динамике регистраций видов рода в Балтийском море предполагают, что интродукция *M. neglecta* наиболее вероятна с атлантического побережья Северной Америки [Lerprakoski, Olenin, 2000]. Относительно *M. arctica*, которую по исходному географическому распространению характеризуют как шельфовый панарктический вид [Жирков, 2001], вопрос остаётся открытым.

В настоящее время рекомендуется определение видов рода *Marenzelleria* подтверждать методами генетического анализа [Sikorski, Bick, 2004; Blank et al., 2008]. Имея в виду значительную изменчивость диагностических признаков

в зависимости от возраста червей, а также перекрываемость многих характеристик у изучаемых видов рода, полученные данные планируется далее верифицировать с помощью генетических методов. Однако использование совокупности морфологических признаков и их меристических значений, позволяет с большой долей достоверности определять виды рода *Marenzelleria* [Sikorski, Vick, 2004].

На основании морфологического критерия впервые выявлено, что в российских водах ЮВБ присутствует по меньшей мере два близкородственных вида рода *Marenzelleria*, вселившихся в Балтийское море в конце XX в. *M. arctia* приурочена к относительно глубоководным, мезотрофным акваториям, с солёностью выше 5‰, *M. neglecta* – к мелководным, эвтрофным и гипертрофным, солоноватоводным бассейнам (Вислинский и Куршский заливы). Несмотря на возможность попадания личинок обоих видов как в лагуны, так и в море, описанная биотопическая приуроченность видов сохраняется на протяжении, по крайней мере, последних 17 лет, подтверждая разность экологических требований названных видов.

### Благодарности

Авторы признательны Славомире Громич (S. Gromisz, National Institute of Marine Fisheries, Польша) за консультации по дифференциальной диагностике *M. neglecta* и *M. arctia*, а также выражают благодарность Н.С. Молчановой (АО ИОРАН, ЛМЭ) за помощь в переопределении и измерении полихет. Сбор и обработка материала выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-05-00782/17. Переопределение видов и анализ материала – в рамках государственного задания ИО РАН (тема № 0149-2018-0035).

### Литература

- Александров С.В. Первичная продукция планктона в Вислинском и Куршском заливах Балтийского моря и её связь с рыбопродуктивностью: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.18 / Александров Сергей Валерьевич. Спб., 2003. 26 с.
- Бабаков А.Н. Динамика осадочного вещества в береговой зоне моря // Нефть и окружающая среда Калининградской области. М.; Калининград: Янтарный сказ, 2008. Т. 2: Море / Под ред. В.В. Сивкова и др. Калининград: Терра Балтика, 2012. С. 37–59.
- Блажчишин А.Н. Геоэкология Вислинской лагуны // Проблемы физической и экономической географии Калининградского региона. Калининград, 1995. С. 38–46.
- Ежова Е.Е., Спиридо О.В. Макробентос прибрежных вод Юго-Восточной Балтики // В кн.: Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов российских морей Северо-Европейского бассейна. Вып. 2. Апатиты: Кольский науч. центр РАН, 2007. С. 507–517.
- Жамойда В.А., Кропачев Ю.П., Рябчук Д.В. и др. Поверхность дна и мозаичность распределения осадков // В кн.: Нефть и окружающая среда Калининградской области. Калининград: Янтарный сказ, 2008. Т. 2: Море / Под ред. В.В. Сивкова и др. Калининград: Терра Балтика, 2012. С. 321–334.
- Жирков И.А. Полихеты Северного Ледовитого океана // М.: Янус-К., 2001. 632 с.
- Журавлёва Л.А., Тшосиньска А. Гидрохимический режим // Гидрометеорологический режим Вислинского залива. Л.: Гидрометеониздат, 1971. С. 219–262.
- Кудрявцева Е.А., Пименов Н.В., Александров С.В., Кудрявцев В.М. Первичная продукция и хлорофилл в юго-восточной части Балтийского моря в 2003–2007 гг. // Океанология. 2014. Т. 51. № 1. С. 33–41.
- Кузнецов А.П. Экология донных сообществ Мирового океана М.: Наука, 1980. 243 с.
- Максимов А.А. Крупномасштабная инвазия *Marenzelleria* spp. (Polychaeta; Spionidae) в восточной части Финского залива Балтийского моря // Российский журнал биологических инвазий. 2010. № 4. С. 19–31.
- Максимов А.А., Ерёмкина Т.Р., Ланге Е.К., Литвинчук Л.Ф., Максимова О.Б. Режимная перестройка экосистемы восточной части Финского залива вследствие инвазии полихет *Marenzelleria arctia* // Океанология. 2014. Т. 54. № 1. С. 52–59.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материала при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах: Зообентос и его продукция / Под ред. А.А. Салазкина, А.Ф. Алимова, Н.П. Финогеновой и др. Л.: ГосНИИОРХ, 1984. 51с.
- Чечко В.А. Процессы современного осадкообразования в Вислинском заливе Балтийского моря: Автореф. дис. ... канд. геолого-мин. наук: 25.00.08 / Чечко Владимир Андреевич. Калининград, 2006. 24 с.
- Чубаренко Б.В. Зонирование Калининградского залива и устьевого участка реки Преголи по показателям гидролого-экологического состояния и в целях оптимизации мониторинга // В кн.: Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов российских морей Северо-Европейского бассейна. Вып. 2. Апатиты: Кольский науч. центр РАН, 2007. С. 591–602.
- Bastrop R., Blank M. Multiple invasions – a Polychaete genus enters the Baltic Sea // Biological Invasions. 2006. Vol. 8. Is. 5. P. 1195–1200.

- Bastrop R., Jürss K., Sturmbauer C., Jürss K. Where did *Marenzelleria* spp. (Polychaeta: Spionidae) in Europe come from? // Aquatic Ecology. 1997. Vol. 31. P. 119–136.
- Bastrop R., Jürss K., Sturmbauer C. Cryptic species in a marine polychaete and their independent introduction from North America to Europe // Molecular Biology and Evolution. 1998. Vol. 15. P. 97–103.
- Bick A., Zettler M.L. On the identity and distribution of two species of *Marenzelleria* (Polychaeta, Spionidae) in Europe and North America // Aquatic Ecology. 1997. Vol. 31. P. 137–148.
- Bird F. L., Ford P.W., Hancock G.J. Effect of burrowing macrobenthos on the flux of dissolved substances the water-sediment interface // Mar. Freshwater Res. 1999. Vol. 50. P. 532–552.
- Blank M., Laine A.O., Jürss K., Bastrop R. Molecular identification key based on PCR/RFLP for three polychaete sibling species of the genus *Marenzelleria*, and the species' current distribution in the Baltic Sea // Helgoland Marine Research. 2008. Vol. 62. Is. 2. P. 129–141.
- Brzeska A. Zoobentos zalewa Wiślanego: praca magisterska wykonana w Zakładzie Ecologii i Ochrony Środowiska. Słupsk, 1995. 52 p.
- Daunys D., Schiedek D., Olenin S. Species strategy near its boundary: the *Marenzelleria cf. viridis* (Polychaeta, Spionidae) case in the south-eastern Baltic Sea // International Review of Hydrobiology. 2000. Vol. 5. P. 639–651.
- Ezhova E., Spirido O. Patterns of spatial and temporal distribution of the *Marenzelleria cf. viridis* population in the lagoon and marine environment in the southeastern Baltic Sea // Oceanological and Hydrobiological Studies. 2005. Vol. 34. Suppl. 1. P. 209–226.
- Gusev A., Starikova I. Distribution and abundance of *Marenzelleria neglecta* (Sikorski and Bick, 2004) (Polychaeta, Spionidae) in the Kaliningrad zone of the Baltic Sea in September 2001 and 2002 // Oceanological and Hydrobiological Studies. 2005. Vol. 34. Suppl. 1. P. 163–173.
- HELCOM (Baltic Marine Environment Protection Commission – Helsinki Commission) (Электронный ресурс) // (<http://www.helcom.fi>). Проверено 07.10.2017.
- HELCOM Baltic Sea Environment Fact Sheet 2012. (Электронный ресурс) // (<http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/environment-fact-sheets/biodiversity/abundance-and-distribution-of-marenzelleria-species>). Проверено 07.10.2017.
- Integrated water resources and coastal zone management in European lagoons in the context of climate change (LAGOONS), 2011 г. (Электронный ресурс) // ([http://lagoons.biologiaatua.net/wpcontent/uploads/downloads/2013/07/5\\_LAGOONS\\_D3.2\\_Vistula.pdf](http://lagoons.biologiaatua.net/wpcontent/uploads/downloads/2013/07/5_LAGOONS_D3.2_Vistula.pdf).) Проверено 07.10.2017.
- Kotta J., Kotta I. Distribution and invasion ecology of *Marenzelleria viridis* (Verrill) in the Estonian coastal waters // Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol. 1998. Vol. 47. Is. 3. P. 212–220.
- Kotta J., Orav H., Sandberg-Kilpi E. Ecological consequence of the introduction of the polychaete *Marenzelleria viridis* into a shallow water biotope of the northern Baltic Sea // Journal of Sea Research. 2001. Vol. 46. P. 273–280.
- Kube J., Zettler M.L., Gosselck F., Ossig S., Powilleit M. Distribution of *Marenzelleria viridis* (Polychaeta: Spionidae) in the southwestern Baltic Sea in 1993/94 – ten years after introduction // Sarsia. 1996. Vol. 81. P. 131–142.
- Leppäkoski E., Olenin S. Non-native species and rates of spread: lessons from the brackish Baltic Sea // Biological Invasions. 2000. Vol. 2. P. 151–163.
- Malicki J., Miktus M. Climate // In: Atlas of the Baltic Sea. Institute of Meteorology and Water Management Press, Warsaw. 1994. P. 60–70.
- Marut S. Zoobentos zalewa Wiślanego: praca magisterska wykonana w Wyższej Szkole Pedagogicznej w Słupsku, Instytut Biologii – Słupsk., 1994. 52 p.
- Renz J. R., Forster S. Are similar worms different? A comparative tracer study on bioturbation in the three sibling species *Marenzelleria arctica*, *M. viridis*, and *M. neglecta* from the Baltic Sea // Limnol. Oceanogr. 2013. Vol. 58. No. 6. C. 2046–2058.
- Röhner M., Bastrop R., Jürss K. Genetic differences between two allopatric populations (or sibling species) of the polychaete genus *Marenzelleria* in Europe // Comparative Biochemistry Physiology. 1996a. Vol. 114B (2). P. 185–192.
- Röhner M., Bastrop R., Jürss K. Colonization of Europe by two American genetic types or species of the genus *Marenzelleria* (Polychaeta: Spionidae). An electrophoretic analyses of allozymes // Marine Biology. 1996b. Vol. 127. P. 277–287.
- Sikorski A.V., Bick A. Revision of *Marenzelleria* Mesnil, 1896 (Spionidae, Polychaeta) // Sarsia: North Atlantic Marine Science. 2004. Vol. 89. Is. 4. P. 253–275.
- Zettler M.L. Successful establishment of the spionidae polychaete, *Marenzelleria viridis* (Verrill, 1873), in the Darss – Zingst estuary (southern Baltic) and its influence on the indigenous macrozoobentos / M.L. Zettler // Arch. fesch. Mar. 1996. Res. 43(3). P. 273?284.
- Zettler M. L., Daunys D., Kotta J. History and success of an invasion into the Baltic Sea: the polychaete *Marenzelleria cf. viridis*, development and strategies // Invasive aquatic species of Europe: distribution, impacts and management. 2002. P. 66–75.
- Žmudziński L. The effect of the introduction of the American species *Marenzelleria viridis* (Polychaeta: Spionidae) on the Benthic ecosystem of Vistula lagoon / Marine Ecology. 1996. No. 17(1–3). P. 221–226.
- Žmudziński L. Long-term changes in macrozoobenthos of the Vistula Lagoon / L. Żmudziński // Sea & Environment (Jura ir Aplinka). Klaipėda: Klaipėda University, Marine Technologies and Natural Sciences. 2000. No. 1(3). P. 46–50.



---

# POLYCHAETES OF *MARENZELLERIA* GENUS (SPIONIDAE) IN THE SOUTH-EASTERN BALTIC SEA (RUSSIAN EEZ)

© 2017 Kocheshkova O.V.\*, Ezhova E.E.\*\*

Shirshov Institute of Oceanology, the Russian Academy of Sciences  
e-mail: \* [okocheshkova@gmail.com](mailto:okocheshkova@gmail.com), \*\* [igelinez@gmail.com](mailto:igelinez@gmail.com)

The habitation of two closely related polychaete species of *Marenzelleria* genus is proved in the South-Eastern Baltic Sea with the use of a morphological approach for the first time. *M. neglecta* lives in the shallow, eutrophic, oligohaline Vistula and Curonian lagoons. *M. arctia* dwells in relatively deep, mesotrophic and mesohaline marine waters up to the depth of 70–80-meters. Spreading and distribution of the species in the South-Eastern Baltic Sea are described.

**Key words:** *Marenzelleria arctia*, *Marenzelleria neglecta*, alien species, the South-Eastern Baltic.

УДК 504.45.054-34

# ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ НИКЕЛЯ И МЕДИ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН НАТИВНОГО И ЧУЖЕРОДНОГО ВИДОВ РОДА *VIDENS* (ASTERACEAE) ИЗ ПОПУЛЯЦИЙ ВЕРХНЕГО И СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

© 2018 Крылова Е.Г.

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,  
пос. Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н, 152742  
e-mail: [panovaeg@mail.ru](mailto:panovaeg@mail.ru), [panova@ibiw.yaroslavl.ru](mailto:panova@ibiw.yaroslavl.ru)

Поступила в редакцию 15.01.2018

В лабораторных условиях исследовано влияние солей никеля и меди на прорастание семян нативного вида *Bidens tripartita* L. и чужеродного вида *B. frondosa* L. из географически удалённых популяций. Показано, что семена чужеродного вида устойчивее к действию тяжёлых металлов, чем семена нативного. Возможно, это связано с большей биомассой семян *B. frondosa*, что, наряду с другими показателями, свидетельствует о высокой приспособляемости вида к экстремальным условиям, обеспечивающей его успешное расселение. Различия во всхожести отмечены у *B. tripartita* из популяций Верхней и Средней Волги при действии никеля в концентрации 50 мг/л, меди – 1, 50 и 100 мг/л. Выявлено, что наибольший токсический эффект на прорастание семян оказывает медь при концентрации 50–100 мг/л.

**Ключевые слова:** сульфаты никеля и меди, прорастание семян, нативный вид *Bidens tripartita* и чужеродный вид *B. frondosa*.

## Введение

Негативными последствиями внедрения чужеродных видов растений являются конкуренция за имеющиеся ресурсы и гибридизация с аборигенными видами, вытеснение их из естественных растительных сообществ, что приводит к упрощению структуры ценозов [Виноградова, Возна, 2008]. К таким видам относится *Bidens frondosa* L. (череда облиственная) – североамериканский инвазионный вид из семейства Asteraceae [Абрамова, Нурмиева, 2013]. По данным DAISIE, *B. frondosa* входит в список 50 самых распространённых инвазионных видов Европы [Lambdon et al., 2008]. Череда облиственная в последние 10–15 лет к югу от 58° с. ш. стала достаточно массовым видом с высокой жизнеспособностью, вытесняющим из природных сообществ *B. tripartita* и *B. cernua*

[Папченков, 2007; Виноградова и др., 2010; Ковальчук, Тохтарь, 2013].

Исследованиям биологии и экологии этого вида в условиях вторичного ареала посвящено значительное число работ [Brandel, 2004a; Šafarèikova, Mihulka, 2008; Галкина, 2014; Vinogradova et al., 2014]. *Bidens frondosa* в начальный период онтогенеза имеет более высокую конкурентную способность по отношению к *B. tripartita*, поскольку обладает быстрыми темпами развития и большей биомассой [Васильева, Папченков, 2011]. Кроме того, при прорастании после холодной влажной стратификации у семян *B. frondosa* снижаются температурные требования [Brandel, 2004b]. Вид отличается от других представителей рода *Bidens* длительностью прегенеративных стадий онтогенеза, большим числом боковых побегов и высокой семенной продуктивностью,

быстрым прорастанием семян, которые в период половодья разносятся реками, в результате чего появляются новые очаги инвазии [Борисова, 2010; Галкина, 2014; Yan, 2016; Бубнель, Абрамова, 2017]. Возможно наличие аллелопатического воздействия прорастающих семян на всхожесть и развитие семян других видов *Bidens*, которое было показано для некоторых иных видов растений [Yan et al., 2012; Wang et al., 2014; Gladunova et al., 2016].

У многих представителей семейства Asteraceae отмечен неглубокий физиологический покой. Однако установлено, что на свойства семян влияют географические условия обитания [Николаева, 1999]. Становится очевидным интерес к устойчивости *B. tripartita* и *B. frondosa* в экстремальных условиях существования, одним из которых является действие тяжёлых металлов (ТМ). Ранее нами изучено влияние ТМ на начальные этапы онтогенеза представителей рода *Bidens*, произрастающих в Ярославской области [Крылова, Васильева, 2011а, б]. Цель данного исследования – изучение устойчивости растений *B. tripartita* и *B. frondosa* из разных популяций на начальных этапах онтогенеза к действию солей никеля и меди.

### Материалы и методы исследования

Семена *B. tripartita* и *B. frondosa* собирали в окрестностях городов Костромы (Верхнее Поволжье) (57°46' с. ш. и 40°54' в. д.) и Мариинского Посада (Среднее Поволжье) (56°07' с. ш. 47°43' в. д.). Оба города находятся в зоне умеренно-континентального климата, различия наблюдаются в длительности вегетационного периода, годовой амплитуде температур и среднегодовом количестве осадков. После холодной влажной стратификации в дистиллированной воде при температуре +4...+8 °С по 20 шт. семян проращивали в люминостате в чашках Петри при температуре 20–25 °С на фильтровальной бумаге, смоченной растворами NiSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O или CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O в объёме 15 мл на каждую чашку в разных концентрациях (1, 10, 25, 50 и 100 мг/л). Контроль – дистиллированная вода. Повторность опытов трёхкратная, освещённость 3200 лк, фотопериод 9/

15 (свет: темнота), продолжительность эксперимента 15 сут. В конце эксперимента определяли количество проросших семян в % (лабораторную всхожесть).

Данные представлены в виде средних и их стандартных отклонений и обработаны с применением t-критерия (критерия Стьюдента) при  $p > 0.05$ .

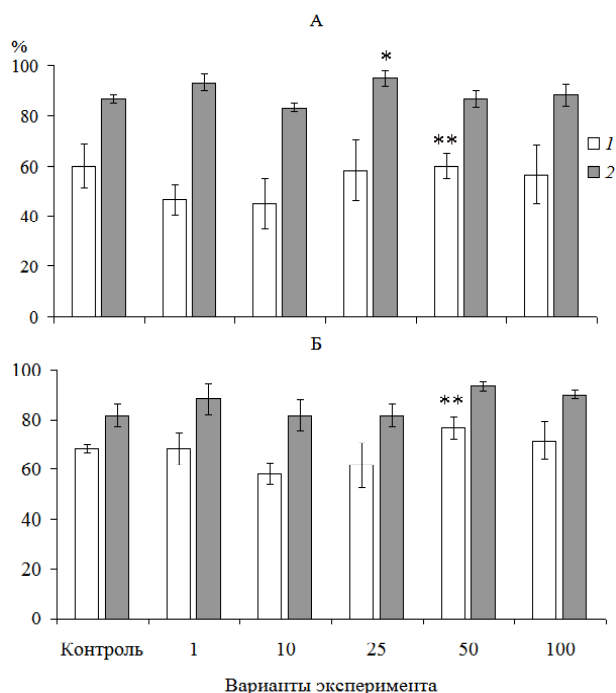
### Результаты и их обсуждение

Семена в эксперименте прорастали дружно, что свидетельствует об их нормальном созревании и способности к прорастанию. Время от начала эксперимента до проклёвывания корешком покровов семени имело близкое значение во всех вариантах. Это позволяет говорить, что исследованные виды, семена которых сформировались в разных климатических условиях, не имеют значительных отличий в типе покоя. Всхожесть семян *B. frondosa* из обеих популяций в контроле достоверно выше, чем *B. tripartita* (рис. 1, 2), что подтверждает литературные данные о высокой всхожести семян этого вида.

При прорастании семян *B. tripartita* под влиянием никеля для обеих популяций не отмечено достоверных различий с контрольными значениями (рис. 1 А, Б). У *B. frondosa* из популяции Верхнего Поволжья только при 25 мг/л выявлено достоверное увеличение всхожести (рис. 1 А). При концентрации никеля 50 и 100 мг/л в популяции Среднего Поволжья всхожесть семян обоих видов превышает контрольные значения (рис. 1 Б). Следует отметить, что 10 мг/л является той концентрацией, после которой происходит адаптация к токсическому влиянию никеля у обоих видов (рис. 1 А, Б). Между популяциями из Верхнего и Среднего Поволжья достоверные различия обнаружены только для *B. tripartita* при концентрациях 50 мг/л.

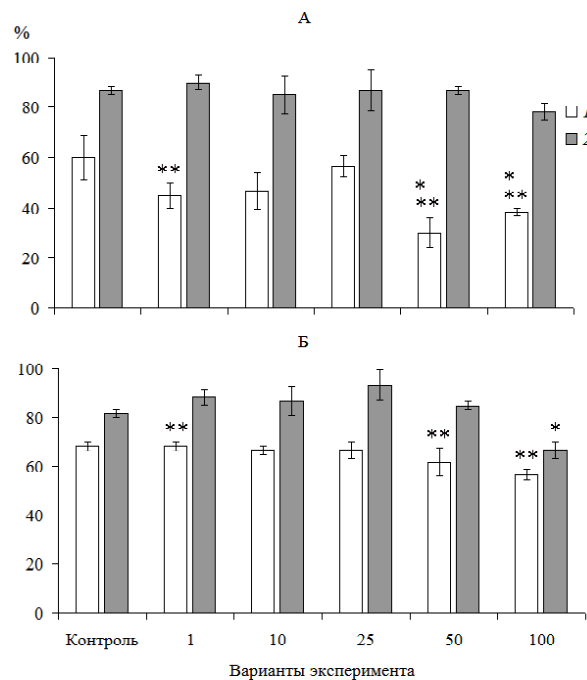
Это позволяет сделать вывод о сходстве характера приспособления обоих видов к действию никеля и о быстрой адаптации к его воздействию.

При прорастании семян *B. tripartita* под влиянием меди для популяции из Верхнего Поволжья отмечены достоверные различия с кон-



**Рис. 1.** Влияние сульфата никеля на лабораторную всхожесть семян *B. tripartita* (1) и *B. frondosa* (2) из популяций Верхнего Поволжья (А) и Среднего Поволжья (Б). \* – Достоверные различия по сравнению с контролем; \*\* – достоверные различия между вариантами в разных популяциях. По оси абсцисс – концентрации сульфата никеля (мг/л), по оси ординат – лабораторная всхожесть (%).

трольными значениями при 50 и 100 мг/л (рис. 2 А). У *B. frondosa* достоверное увеличение показателя всхожести при 100 мг/л выявлено в популяции из Среднего Поволжья (рис. 2 Б). Следовательно, по показателю лабораторной всхожести для семян представителей рода *Bidens* медь токсичнее никеля, к тому же есть популяционные различия – семена *B. tripartita* жизнеспособнее в популяции из Среднего Поволжья, *B. frondosa* – в популяции из Верхнего Поволжья. Возможно это – одна из причин подавления *B. tripartita* чужеродным видом *B. frondosa* в Верхневолжском регионе. Для *B. tripartita* из разных популяций отмечены достоверные различия между вариантами 1, 50 и 100 мг/л. В популяции из Верхнего Поволжья угнетение прорастания семян отмечено уже при 1 мг/л, здесь же определена и пороговая концентрация меди 25 мг/л, при превышении которой всхожесть резко уменьшалась. Для популяции из Среднего Поволжья



**Рис. 2.** Влияние сульфата меди на лабораторную всхожесть семян *B. tripartita* (1) и *B. frondosa* (2) из популяций Верхнего Поволжья (А) и Среднего Поволжья (Б). \* – Достоверные значения по сравнению с контролем; \*\* – достоверные различия между вариантами в разных популяциях. По оси абсцисс – концентрации сульфата меди (мг/л), по оси ординат – лабораторная всхожесть (%).

таких закономерностей не выявлено. Возможно, причина в разных экологических условиях формирования семян, которые оказались оптимальными для этого вида в Среднем Поволжье. *B. frondosa* обладает высокой экологической пластичностью, что подтверждено нашими экспериментами по отношению к действию солей ТМ, как экстремальному фактору. Достоверные различия всхожести между семенами *B. tripartita* и *B. frondosa* сохраняются и при влиянии всех концентраций, как никеля, так и меди (рис. 1, 2).

### Выводы

1. У семян обоих видов, сформировавшихся в разных географических условиях, не отмечено различий в закономерности ответных реакций их всхожести на действие ТМ.

2. У семян чужеродного вида *B. frondosa* всхожесть достоверно выше, чем у семян нативного *B. tripartita*, в том числе и в условиях

влияния ТМ, что может свидетельствовать о лучшей приспособленности *B. frondosa* к экстремальным условиям существования.

3. Медь токсичнее никеля для прорастания семян обоих видов, при этом семена *B. tripartita* жизнеспособнее в популяции Среднего Поволжья, а *B. frondosa* – в популяции Верхнего Поволжья.

4. Популяционные различия выявлены только для *B. tripartita* при действии никеля в концентрации 50 мг/л, меди – 1, 50 и 100 мг/л.

### Благодарности

Автор выражает благодарность н. с. к. б. н. Васильевой Наталье Викторовне (ИБВВ РАН) за помощь в обработке материала.

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы «Растительный покров водоёмов и водотоков России: структура и динамика» (руководитель канд. биол. наук, доцент А.Г. Лапиров). Индекс научного направления VI. 51. Экология организмов и сообществ.

### Литература

- Абрамова Л.М., Нурмиева С.В. К биологии инвазионного вида *Bidens frondosa* L. в Предуралье республики Башкортостан // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 3 (1). С. 358–360.
- Борисова Е.А. Особенности распространения инвазионных видов растений по территории Верхневолжского региона // Российский журнал биологических инвазий. 2010. № 4. С. 2–9.
- Бубнель Э.Р., Абрамова Л.М. Семенная продуктивность инвазивных видов *Xanthium albinum* и *Bidens frondosa* в Башкирском Предуралье // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. 2017. № 3 (23). С. 1–6.
- Васильева Н.В., Папченков В.Г. Механизмы воздействия инвазионной *B. frondosa* на аборигенные виды череды // Российский журнал биологических инвазий. 2011. № 1. С. 15–22.
- Виноградова Ю.К., Возна Л.И. Инвазительность естественных фитоценозов и конкурентные отношения между аборигенными и инвазионными видами // Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения. Мат. межд. научн. конф., посвящ. 135-летию И.И. Сапрыгина. Пенза, 2008. Ч. 1. С. 17–19.
- Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Чёрная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС, 2010. 512 с.
- Галкина М.А. Биоморфологические особенности инвазионных видов рода *Bidens* L. в европейской части России: Дис. ... канд. биол. наук. М., 2014. 137 с.
- Гладунова Н.В., Хапугин А.А., Варгот Е.В. *Bidens frondosa* L. (Asteraceae) в республике Мордовия (Россия) // Российский журнал биологических инвазий. 2016. № 1. С. 41–52.
- Ковальчук И.А., Тохтарь В.К. К хронологии распространения инвазионных видов рода *Bidens* L. (Asteraceae) в Восточной Европе // Фундаментальные исследования. 2013. № 11. С. 1361–1363.
- Крылова Е.Г., Васильева Н.В. Прорастание семян и развитие проростков представителей рода *Bidens* (Asteraceae) в растворах сульфата меди // Вестник Томского государственного университета. 2011а. № 352. С. 207–210.
- Крылова Е.Г., Васильева Н.В. Действие сульфата никеля на начальные этапы онтогенеза растений трёх видов рода *Bidens* (Asteraceae) // Растительные ресурсы. 2011б. Т. 47. Вып. 1. С. 65–71.
- Николаева М.Г. Особенности прорастания семян в зависимости от филогенетического положения растений и эколого-географических условий их обитания // Физиология растений. 1999. Т. 46. № 3. С. 432–437.
- Папченков В.Г. Флористические находки в бассейне Средней Волги // Ботанический журнал. 2007. Т. 92. № 10. С. 1580–1587.
- Brandel M. Dormancy and germination of heteromorphic achenes of *Bidens frondosa* // Flora. 2004a. Vol. 199. P. 228–233.
- Brandel M. The role of temperature in the regulation of dormancy and germination of two related summer-annual mudflat species // Aquatic Botany. 2004b. Vol. 79. P. 15–32.
- Lambdon P.W., Pyšek P., Basnou C., Hejda M., Arianoutsou M., Essl F., Jarošík V., Pergl J., Winter M., Anastasiu P., Andriopoulos P., Bazos I., Brundu G., Celesti-Grapow L., Chassot P., Delipetrou P., Josefsson M., Kark S., Klotz S., Kokkoris Y., Kuhn I., Marchante H., Perglova I., Pino J., Vila M., Zikos A., Roy D., Hulme Ph. E. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs // Preslia. 2008. Vol. 80. No. 2. P. 101–149.
- Šafarèikova S., Mihulka S. Comparative study of closely related Asteraceae species with different invasion status // Neobiota: Towards a Synthesis. 5th European Conference on Biological Invasions. 23–26 September 2008. Prague, Czech Republic, 2008. P. 170.
- Vinogradova Yu.K., Galkina M.A., Mayorov S.R. Variability of the Taxa of the *Bidens* L. Genera and the Problem of Hybridization // Russian Journal of Biological Invasions. 2014. Vol. 5. No. 1. P. 1–11.
- Wang X.F., Hassani D., Cheng Z.W., Wang C.Y., Wu J. Allelopathy of the invasive plant *Bidens frondosa* on the seed germination of *Geum japonicum* var. *chinense* // Genetics and Molecular Research. 2014. Vol. 13 (4). P. 10592–10598.

Yan, Xiao Hong. Reproductive biological characteristics potentially contributed to invasiveness in an alien invasive plant *Bidens frondosa* // Plant Species Biology. 2016. Vol. 31 (2). P. 107–116.

Yan X.H., Zeng J.J., Zhou B., Wang N., Xiang H.H., Kang Y.Y. Allelopathic potential of the extracts from alien invasive plant *Bidens frondosa* // Journal of Yangzhou University, Agricultural and Life Sciences. 2012. Vol. 33. No. 2. P. 88–94.

## THE INFLUENCE OF NICKEL AND COPPER SALTS ON SEED GERMINATION OF NATIVE AND ALIEN SPECIES OF *BIDENS* (ASTERACEAE) FROM POPULATIONS OF THE UPPER AND MIDDLE VOLGA

© 2018 Krylova E.G.

I.D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters of the RAS,  
Borok settlement, Yaroslavl region, Nekouzskiy district, 152742;  
e-mail: [panovaeg@mail.ru](mailto:panovaeg@mail.ru), [panova@ibiw.yaroslavl.ru](mailto:panova@ibiw.yaroslavl.ru)

In laboratory conditions, the influence of nickel and copper salts on the germination of seeds of the native species *Bidens tripartita* L. and the alien species *B. frondosa* L. from geographically remote populations was studied. It is shown that the seeds of the alien species are more resistant to the action of heavy metals than the native seeds. Perhaps this is due to the greater biomass of *B. frondosa* seedlings, which, along with other indices, indicates a high adaptability of the species to extreme conditions, ensuring its successful spreading. Differences in germination were observed in *B. tripartita* from populations of the Upper and Middle Volga under the action of nickel and copper in concentrations of 50 mg / l and 1, 50 and 100 mg / l, respectively. The copper was found to have the greatest toxic effect on seed germination at concentration of 50–100 mg / l.

**Key words:** nickel and copper sulfates, germination of seeds, native species *Bidens tripartita* and alien species *B. frondosa*.

УДК 597.2/.5:639.2.09

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПАРАЗИТОФАУНЕ ЛЕЩА *ABRAMIS BRAMA* (LINNAEUS, 1758) НИЖНЕГО ИРТЫША (ПРИБРЕТЁННАЯ ЧАСТЬ АРЕАЛА)

© 2018 Либерман Е.Л.<sup>a, \*</sup>, Воропаева Е.Л.<sup>b, \*\*</sup><sup>a</sup> Тобольская комплексная научная станция УрО РАН,  
Тобольск 626152;<sup>b</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,  
Москва 119071;e-mail: \* [eilat-tymen@mail.ru](mailto:eilat-tymen@mail.ru); \*\* [kts2@yandex.ru](mailto:kts2@yandex.ru).

Поступила в редакцию 06.03.2018

Представлены результаты паразитологического исследования леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) из бассейна Нижнего Иртыша. Обнаружено 12 видов паразитов: инфузории (2), моногенеи (4), цестоды (1), трематоды (5). 6 из них имеют прямой жизненный цикл, 6 видов развиваются со сменой хозяев. Узкоспецифичными для леща паразитами являются *Gyrodactylus elegans*, *Dactylogyrus wunderi*, *D. falcatus* и *D. zandti*. *Dactylogyrus falcatus* впервые регистрируются в бассейне Оби, а *D. zandti* и *D. wunderi* – в бассейне Нижнего Иртыша. Установлена заражённость лещей метацеркариями *Opisthorchis felineus* (экстенсивность инвазии – 55.5%, индекс обилия – 2.6).

**Ключевые слова:** лещ, паразитофауна, Нижний Иртыш, *Dactylogyrus falcatus*, *Dactylogyrus zandti*, *Dactylogyrus wunderi*, *Opisthorchis felineus*.

### Введение

Лещ *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) – ценная промысловая рыба. Естественный ареал этого вида охватывает водоёмы Европы к востоку от Пиренеев и к северу от Альп, бассейны Северного, Балтийского, Белого, Баренцева, Чёрного, Азовского, Каспийского и Аральского морей. Интродукция леща в Обь-Иртышский бассейн началась в 1862 г. с выпуска в пруды и озёра Зауралья (бассейн Тобола) рыб, пойманных в бассейне р. Уфа (бассейн Камы). Спустя 40 лет леща стали ловить в реках Тобол и Иртыш (в окрестностях г. Тобольска) [Чемагин, 2015; Либерман, Чемагин, 2017]. В 1929 г. в бессточное оз. Убинское (Новосибирская обл.) были выпущены особи данного вида из рек Камского бассейна. В 1940-х гг. была осуществлена новая волна интродукции леща в озёра Зауралья (бассейн Тобола) [Кашковский и др., 1974]. В период 1949–1962 гг. разновозрастного леща завозили крупными партиями в Иртыш-Зайсанский бассейн из

Аральского моря (всего около 34 тыс. экз.), в Новосибирское водохранилище и верховья Оби (в районе Барнаула) из оз. Убинское (около 22 тыс. экз.) [Агапова, 1966]. Благодаря эврибионтности и высокой плодовитости лещ успешно натурализовался в водоёмах Урала, Сибири, Забайкалья и Казахстана [Интересова, 2016]. Этот вид саморасселился практически по всей Оби, Иртышу и большинству их притоков, а также бассейну Енисея [Попов, 2010; Кудерский, 2015]. По конкурентоспособности он превосходит многих местных рыб со сходным характером питания [Попков и др., 2008]. Основным кормом для леща в бассейне Нижнего Иртыша, как и в других водоёмах, служат личинки хирономид, дополнительным – моллюски, детрит, личинки ручейников и стрекоз, веслоногие и ветвистоусые ракообразные [Попков и др., 2008].

Проблема биологических инвазий входит в число актуальных экологических вопросов современности. Преднамеренная интродукция рыб и связанные с нею особенности парази-



тофауны, а также распространение паразитов в новых ареалах, активно изучаются во всём мире [Kerr, Grant, 2000; Lymbery et al., 2014]. Завоз чужеродных видов паразитов и их натурализация приводит к изменению структуры паразитарных сообществ [Sheath et al., 2015].

В Обь-Иртышском бассейне паразитофауну леща изучали в р. Тобол [Агапова, 1966], Бухтарминском водохранилище [Агапова, 1966], оз. Таватуй, оз. Большое Исетское [Кашковский и др., 1974], оз. Большое Миассово [Ткачёв, 2000], оз. Ик и Новосибирском водохранилище [Соусь, 1975; Соусь, Ростовцев, 2006]. Авторы отмечают обеднение видового состава паразитов леща по сравнению с водоёмами его естественного ареала – бассейнами Аральского моря и Камы.

Цель исследования – изучить современное состояние фауны паразитов интродуцированного леща в бассейне Нижнего Иртыша.

#### Материалы и методы исследования

Исследования проводили в период с 3 по 21 июля 2017 г. Отлов рыб вели из рек Тобол (п. Карачино, 58°2'50" N, 68°6'35" E) и Иртыш (п. Горнослинкино, 58°43'54" N, 68°41'54" E) Тобольского и Уватского районов Тюменской

области. Лов осуществлялся ставными и плавными разноячейными сетями с ячейкой 24–38 мм. Методом полного паразитологического вскрытия [Быховская-Павловская, 1969] исследовано 18 экз. леща: 15 экз. из р. Тобол и 3 экз. из р. Иртыш (таблица). Дополнительно у 2 экз. леща из р. Иртыш компрессионным методом исследовали скелетную мускулатуру (табл.). В объединённой выборке рыб из двух точек представлены особи возрастов 3+ – 5+ с длиной тела (L) 21.7–30.0 см и массой 214.0 – 636.0 г.

Биологические и морфометрические показатели рыб определяли в соответствии с общепринятыми методиками [Правдин, 1966]. Определение видовой принадлежности паразитов проводили с помощью Определителя паразитов пресноводных рыб [1984, 1985, 1987]. Рассчитывали экстенсивность инвазии (процент особей хозяев, у которых был обнаружен данный вид паразита, ЭИ), интенсивность инвазии (минимальное и максимальное количество экземпляров паразита, приходящихся на одну заражённую особь, ИИ), индекс обилия (среднее количество особей данного вида паразита, приходящихся на одну исследованную особь хозяев, ИО)

Таблица. Паразитофауна леща бассейна Нижнего Иртыша (n=18; \* n=20)

Вид паразита	ЭИ, % n=18	ИИ, мин. – макс., экз.	ИО, экз.
<i>Trichodina</i> sp.	73.3	–	–
<i>Chilodonella</i> sp.	20.0	–	–
<i>Gyrodactylus elegans</i>	100	7–258	83.3
<i>Dactylogyrus</i> spp. ( <i>D. falcatus</i> + <i>D. wunderi</i> + <i>D. zandti</i> )	100	9–120	55.9
<i>Caryophyllaeus laticeps</i>	44.4	1–13	2.3
<i>Diplostomum chromatophorum</i> , mtc	88.8	1–69	10.3
<i>Diplostomum</i> sp., mtc	38.8	1–8	1.6
<i>Opisthorchis felineus</i> , mtc*	55.5	2–24	2.6
<i>Sphaerostoma bramae</i>	66.6	1–1019	93.0
<i>Azygia lucii</i> , juv	5.5	1	0.05

Примечание: ЭИ – экстенсивность инвазии, ИИ – интенсивность инвазии, ИО – индекс обилия, mtc – метацеркарии, juv – неполовозрелая особь.

## Результаты исследования

У обследованных особей рыб обнаружено 12 видов паразитов, принадлежащих к разным систематическим группам: инфузории (2), моногенеи (4), цестоды (1), трематоды (5). Из них 6 видов паразитов развиваются без участия промежуточных хозяев, 6 видов – со смешанной промежуточных и окончательных хозяев (табл.).

Инфузории *Trichodina* sp. отмечены на жабрах и плавниках. В соскобах слизи обнаруживали от 3 до 5 триходин на каждый препарат. Другой представитель ресничных – *Chilodonella* sp., имел ту же локализацию; в каждом соскобе находили по 10–20 хилодонелл.

Моногенеи паразитировали на жабрах у всех обследованных рыб. Среди моногеней доминировал *Gyrodactylus elegans* (Nordmann, 1832), чья численность превышала совокупную численность обнаруженных дактилогирусов (ИО 83.3 против 55.9). В данной работе мы не определяли ИИ для каждого отдельного вида дактилогирусов. Представляет интерес первая регистрация у леща, интродуцированного в бассейне Оби, *Dactylogyrus falcatus* (Wedl, 1857) (рисунок).

Цестода *Caryophyllaeus laticeps* (Pallas, 1781) представлена как молодыми, так и половозрелыми особями. Молодые особи встречались в желудке, половозрелые – на всём протяжении кишечника.

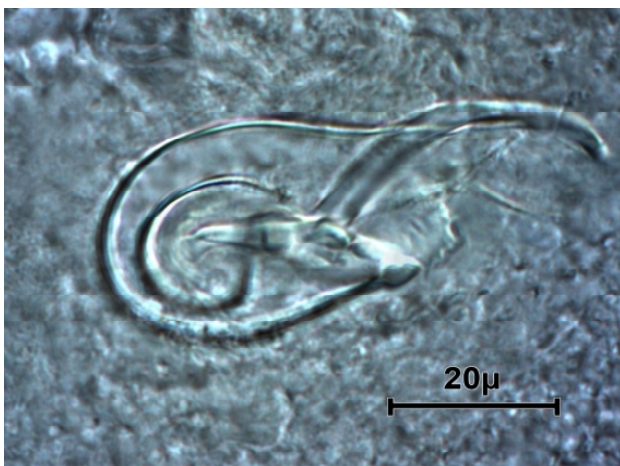


Рис. *Dactylogyrus falcatus* (Wedl, 1857), копулятивный орган.

В данном исследовании в хрусталике глаз рыб обнаружены 2 вида диплостомид (табл.), один из которых, *Diplostomum* sp., определён только до рода ввиду несоответствия размеров, имеющих в определителях [Судариков и др., 2002].

Трематоды *Sphaerostoma bramae* (Müller, 1776) и *Azygia lucii* (Müller, 1776) обнаружены в желудочно-кишечном тракте лещей. Все экземпляры *S. bramae* были неполовозрелыми, что соответствует сезону исследования. Самая высокая интенсивность заражения *S. bramae* зарегистрирована у леща из Иртыша – 1019 экз. Данные трематоды встречались во всех отделах кишечника. У одного леща из р. Тобол зарегистрирована ювенильная особь *A. lucii*.

Установлена заражённость лещей метацеркариями *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884). Описторхисы локализовались в спинных мышцах рыб.

## Обсуждение

В бассейнах Камы и Аральского моря (естественный ареал леща), откуда был завезён лещ в Обь-Иртышский бассейн, его паразитофауна более разнообразна. Детальное паразитологическое исследование леща в бассейне Средней Камы проводил Костарев [2003]. За период с 1974 по 1986 г. им обнаружено 77 видов паразитов из 10 систематических групп: инфузорий – 6, микроспоридий – 19, моногеней – 10, цестод – 6, трематод – 15, нематод – 10, скребней – 2, пиявок – 1, моллюсков – 1, копепоид – 7 видов. На разных участках бассейна Средней Камы видовой состав паразитов леща варьировал от 10 (р. Кама) до 48 (Камское водохранилище) видов. Наблюдалась высокая заражённость леща *D. falcatus*, *D. wunderi* (Bychowsky, 1931), *Diplozoon paradoxum* (Nordmann, 1832), *C. laticeps*, *S. bramae*, *Raphidascaris acus* (Bloch, 1779), *Paraergasilus rylovi* (Markewitsch, 1937) [Костарев, 2003].

Обстоятельные исследования паразитофауны рыб Аральского бассейна, выполненные Османовым [1971] за период с 1954 по 1966 г., выявили у леща 63 вида из 9 систематических

групп: инфузорий – 7, миксоспоридий – 8, моногеней – 6, цестод – 8, трематод – 13, нематод – 12, пиявок – 1, моллюсков – 1, копе-под – 7 видов. Отмечалась высокая заражённость моногенейми (90%), трематодами (85%) и ракообразными (64%). Заражение цестодами и нематодами было относительно низким – 21.2% и 34.8%, соответственно.

Однако, при обследовании лещей (20 экз.), выловленных из Аральского моря и предназначенных для пересадки в оз. Зайсан (1949 г.), было выявлено только 5 видов паразитов, из которых наиболее частыми были моногеней *D. wunderi* – 95% и *D. paradoxum* – и 85% [Агапова, 1958]. Через 14 лет А.И. Агаповой [1966] были исследованы лещи из Бухтарминского водохранилища, созданного в 1960 г. на акваториях оз. Зайсан и дельты Чёрного Иртыша. Ею обнаружено 10 видов паразитов, наиболее частыми из которых были: *D. wunderi*, *G. elegans*, *D. paradoxum*. По мнению данного автора, сохранение специфичных для леща паразитов в Иртыш-Зайсанском бассейне стало возможным благодаря многократным завозам леща большими партиями (более 30 тыс. экз.) [Агапова, 1966].

Обследование интродуцированных лещей, завезённых в оз. Убинское, ставшее водоёмом-донором для Западной и Средней Сибири, было осуществлено через 25 лет после вселения. С.Д. Титова [1965] обнаружила 15 видов паразитов: *Myxidium pfeifferi* (Auerbach, 1908), *Muxobolus dispar* (Thelohan, 1895), *Muxosporidia* gen. sp., *Ligula intestinalis* (Linnaeus, 1758), *Bucephalus polymorphus* (Baer, 1827), *Diplostomum spathaceum* (Rudolphi, 1819), *Tylodelphys clavata* (syn: *Diplostomum clavatum*) (Nordmann, 1832), *Phyllodistomum elongatum* (Nybelin, 1926), *Raphidascaris acus* (Bloch, 1779), *Agamonema* sp., *Ergasilus briani* (Markevich, 1933), *Ergasilus sieboldi* (Nordmann, 1832), *Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758) и *Argulus foliaceus* (Linnaeus, 1758). Все виды паразитов, зарегистрированные у леща, были отмечены и у других карповых данного водоёма [Титова, 1965]. Специфичные для *Abramis brama* дактилологирусы и гиродактилюсы не отмечались. Из моногеней обнаружены

только *D. paradoxum* (заражённость 18.7%) [Титова, 1965].

В.В. Кашковский с соавторами [1974] исследовали паразитофауну леща, интродуцированного в пресноводные озёра Зауралья, имеющие сток в бассейн Иртыша (оз. Таватуй и Большое Исетское). В оз. Таватуй они обнаружили 14 видов паразитов. Авторы отмечают сохранение у леща паразитов из материнского водоёма: *G. elegans* (80%) и *C. laticeps* (33.3%). Отмечается высокая заражённость леща миксоспоридиями *Muxobilatus legeri* (Cepede, 1905) (60%) и *Muxobolus muelleri* (Bótschli, 1882) (73.3%). В оз. Б. Исетское авторы смогли обследовать только одну особь леща и обнаружили у нее специфичного паразита *D. zandti*, а также *M. muelleri* и *C. laticeps*.

Таким образом, многочисленные исследования паразитофауны *Abramis brama* в течение длительного времени после его интродукции в различных частях Обь-Иртышского бассейна выявили только два специфичных для него вида дактилологирусов: *D. wunderi* и *D. zandti*. Нами впервые установлена заражённость леща данного бассейна другим специфичным для него видом *D. falcatus*. Это первая находка указанного паразита за пределами его нативного ареала, который совпадает с естественным ареалом леща [Определитель паразитов..., 1985].

Стоит заметить, что в ряде других водоёмов, куда интродуцировали леща – Балхаш, Иссык-Куль, Байкал – специфичные для него дактилологирусы были отмечены только через несколько десятилетий после посадки. Так, в 1959 г. (через 10 лет после интродукции) в оз. Балхаш А.И. Агапова [1966] зарегистрировала у леща только один вид моногеней *G. elegans* (ЭИ – 37%). Автор предположила, что дактилологирусы вымерли под влиянием неблагоприятных условий: неподходящие параметры воды и сильно разреженная популяция леща. Однако в оз. Балхаш уже в конце 1970-х гг. у леща были обнаружены *G. elegans*, *D. wunderi* и *D. zandti*, а в 2012 г. отмечалось увеличение заражения *D. wunderi* и *D. zandti* в два раза [Токсабаева, 2013]. Подобная картина наблюдалась и в оз. Иссык-Куль. Если в пер-

вые годы моногеней не находили, то дальнейшие работы показали, что в оз. Иссык-Куль у леща прижились *D. auriculatus* (Nordmann, 1832), *D. zandti*, *D. wunderi*, *D. sphyrna* (Linstow, 1878), *G. elegans*, *Diplozoon paradoxum* [Карабекова, 2007]. Через 40 лет после завоза леща из оз. Убинское в систему р. Селенги [Русинек, 2007] и в оз. Байкал зарегистрировали у него *D. auriculatus* и *G. elegans*. Примечательно, что оба эти паразита не были обнаружены у леща в водоёме-доноре [Титова, 1959, 1965].

Мы не исключаем, что обнаружение *D. falcatus* у леща в Обь-Иртышском бассейне обусловлено дополнительными завозами посадочного материала рыб, не освещёнными в литературе. Ещё один возможный источник проникновения специфичных видов паразитов леща в акваторию Обь-Иртышского бассейна – саморасселение хозяина через искусственный канал между Волжским (р. Уфа) и Обским (р. Миасс) бассейнами, первый запуск которого осуществлён в 2009 г. [Корляков, Нохрин, 2014; Интересова, 2016].

Обь-Иртышский бассейн является крупным природным очагом *O. felineus* [Беэр, 2005]. Исследования, проведённые в 2002–2009 гг., установили поражённость леща описторхисами в нижнем течении Иртыша – 36.2% [Пельгунов, 2012]. Наши данные показывают более высокую заражённость этим паразитом (табл.). Видовой состав паразитов со сложным циклом развития отражает характер питания леща. Питаясь бентосными животными, лещ в Нижнем Иртыше заражается *C. laticeps* и *S. bramae*. Промежуточным хозяином для *C. laticeps* служат олигохеты родов: *Tubifex*, *Limnodrillus*, *Psammotyctes* [Костарев, 2003]. *Sphaerostoma bramae* имеет трёххозяинный жизненный цикл. Спороцисты *S. bramae* инвазируют моллюсков *Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758) и *Bithynia leachi* (Schepard, 1823) в Европе, рода *Opistorchophorus* – в Западной Сибири и Казахстане [Жохов, 2002]. Вторые промежуточные хозяева *S. bramae* – беспозвоночные с мягкими покровами тела: пиявки, олигохеты, моллюски. Экспериментальными и полевыми наблюдениями установлено, что основными

вторыми промежуточными хозяевами этого вида трематод являются брюхоногие моллюски мелких и средних размеров из семейств Valvatidae, Bithynidae, Planorbidae, Physidae, Lymnaeidae [Жохов, 2002]. В Рыбинском водохранилище основным окончательным хозяином для *S. bramae* служит лещ, и численность паразита двукратно превосходит численность хозяина [Жохов, 2002]. Мы предполагаем, что в Нижнем Иртыше *S. bramae* может использовать леща как основного хозяина. На это указывают высокие значения общей численности трематод.

### Заключение

Особенностью паразитофауны леща бассейна Нижнего Иртыша является заражённость 4 специфичными для этого хозяина видами моногеней: *Gyrodactylus elegans*, *Dactylogyrus wunderi*, *D. falcatus* и *D. zandti*. Выявлена значительная заражённость леща описторхозом, что имеет эпидемиологическое значение. Необходимо более детальное паразитологическое обследование леща для репрезентативных выводов о динамике его паразитофауны в Обь-Иртышском бассейне.

Сбор материала, полное паразитологическое вскрытие рыб, определение инфузорий, цестод, трематод, формирование публикационных материалов подготовлено при финансовой поддержке Федерального агентства научных организаций России в рамках темы фундаментальных научных исследований НИОКР № АААА-А17-117041910049-9 «Биоразнообразие паразитарных сообществ у рыбного населения Нижнего Иртыша и видовое взаимодействие между ними». Определение моногеней, работа с литературными источниками, формирование публикационных материалов выполнено при поддержке программы Президиума РАН № 41 «Биоразнообразие природных систем и биологические ресурсы России».

### Литература

Агапова А.И. Особенности паразитофауны рыб, акклиматизированных в водоёмах Казахстана // Труды института зоологии АН Казахской ССР. 1958. Т. 9. С. 25–31.

- Агапова А.И. Паразиты рыб водоёмов Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1966. 342 с.
- Безр С.А. Биология возбудителя описторхоза. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. 336 с.
- Быховская-Павловская И.Е. Паразитологическое исследование рыб. Л.: Наука, 1969. 108 с.
- Жохов А.Е. Демография популяций и стратегии жизненных циклов трематод: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 2002. 52 с.
- Интересова А.Е. Чужеродные виды рыб в бассейне Оби // Российский журнал биологических инвазий. 2016. № 1. С. 83–100.
- Карабекова Д.У. Итоги изучения моногеней (*Monogenea*) рыб бассейна озера Иссык-Куль // Паразитология. 2007. Т. 41. № 2. С. 145–149.
- Кашковский В.В., Размашкин Д.А., Скрипченко Э.Г. Болезни и паразиты рыб рыбоводных хозяйств Сибири и Урала. Свердловск: Средне-Уральское книжное изд-во, 1974. 160 с.
- Корляков К.А., Нохрин Д.Ю. Тенденции возникновения инвазионного коридора Волга – Обь // Вестник Совета молодых учёных и специалистов Челябинской области. 2014. Вып. 2. С. 19–38.
- Костарев Г.Ф. Паразиты и болезни рыб бассейна Средней Камы (В условиях загрязнения). Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2003. 194 с.
- Кудерский Л.А. Избранные труды. Исследования по ихтиологии, рыбному хозяйству и смежным дисциплинам. Акклиматизация рыб в водоёмах России // Сборник научных трудов ФГБНУ «ГосНИОРХ». М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2015. Т. 4, вып. 343. 290 с.
- Либерман Е.Л., Чемагин А.А. Размерно-весовые характеристики леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) в условиях Нижнего Иртыша // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 1. С. 125.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Паразитические простейшие / Под ред. О.Н. Бауера. Л.: Наука, 1984. Т. 1. 428 с.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Паразитические многоклеточные / Под ред. О.Н. Бауера. Л.: Наука, 1985. Ч. 1. Т. 2. 425 с.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Паразитические многоклеточные / Под ред. О.Н. Бауера. Л.: Наука, 1987. Ч. 2. Т. 3. 583 с.
- Османов С.О. Паразиты рыб Узбекистана. Ташкент: «ФАН» УССР, 1971. С. 327–334.
- Пельгунов А.Н. Проблемы описторхоза и дифиллоботриоза в нижнем течении Иртыша // Эпизоотология, эпидемиология и мониторинг паразитарных болезней. 2012. № 3. С. 68–73.
- Попков В.К., Попкова Л.А., Рузанова А.И. Особенности экологии леща *Abramis brama* (L.) и последствия его акклиматизации в бассейне Средней Оби // Вестник Томского государственного университета. 2008. С. 154–157.
- Попов П.А. Формирование ихтиоценозов и экология промысловых рыб водохранилищ Сибири. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2010. 216 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 372 с.
- Русинек О.Т. Паразиты рыб озера Байкал (фауна, сообщества, зоогеография, история формирования). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. С. 367–370.
- Соусь С.М. Фауна паразитов рыб озёр и прудов юга Западной Сибири / Паразиты в природных комплексах Северной Кулунды. Новосибирск: Наука, 1975. С. 183–196.
- Соусь С.М., Ростовцев А.А. Паразиты рыб Новосибирской области. Тюмень: Госрыбцентр, 2006. Ч. 2. 166 с.
- Судариков В.Е., Шигин А.А., Курочкин Ю.В. и др. Метацеркарии трематод – паразиты пресноводных гидробионтов Центральной России. М.: Наука, 2002. Т. 1. 298 с.
- Титова С.Д. Изменение паразитофауны при акклиматизации рыб в Западной Сибири // Биологические основы рыбного хозяйства. Томск, 1959. С. 364–370.
- Титова С.Д. Паразиты рыб Западной Сибири. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1965. 170 с.
- Ткачёв В.А. Паразиты рыб в природном комплексе озера // В кн.: Экология озера Большое Миассово. Миасс: ИГЗ УрО РАН, 2000. С. 243–265.
- Токсабаева Б.С. Паразитофауна леща в озере Балхаш // Известия НАН РК. 2013. Т. 3. С. 10–12.
- Чемагин А.А. Рыбное население и его биотопическое распределение в бассейне Нижнего Иртыша // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2–1. С. 580
- Lymbery A.J., Morine M., Kanani H.G., Beatty S.J., Morgan D.L. Co-invaders: The effects of alien parasites on native hosts // International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife. 2014. Vol. 3. No. 2. P. 171–177 // (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213224414000121>). Проверено 31.03.2018.
- Kerr S.J., Grant R.E. Ecological Impacts of Fish Introductions: Evaluating the Risk. Fish and Wildlife Branch, Ontario Ministry of Natural Resources, Peterborough, Ontario. 2000. 473 p.
- Sheath D.J., Williams C.F., Reading A.J., Britton J.R. Parasites of non-native freshwater fishes introduced into England and Wales suggest enemy release and parasite acquisition // *Biological Invasions*. 2015. Vol. 17. No. 8. P. 2235–2246 // (<https://link.springer.com/article/10.1007/s10530-015-0857-8>). Проверено 31.03.2018.

# NEW DATA ON PARASITOFAUNE OF BREAM *ABRAMIS BRAMA* (LINNAEUS, 1758) OF THE LOWER IRTYSH (ACQUIRED PART OF THE RANGE)

© 2018 Liberman E.L.<sup>a,\*</sup>, Voropaeva E.L.<sup>b,\*\*</sup>

<sup>a</sup>Tobolsk Complex Scientific Station UD of the RAS,  
Tobolsk 626152;

<sup>b</sup>Center for Parasitology of the A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution  
of the RAS, Moscow 119071;

e-mail: \* [eilat-tymen@mail.ru](mailto:eilat-tymen@mail.ru); \*\* [kts2@yandex.ru](mailto:kts2@yandex.ru)

The results of a parasitological study of bream *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) from the Lower Irtysh basin are presented. Twelve species of parasites were found: infusoria (2), monogeneans (4), cestodes (1), trematodes (5). Six of them have a direct life cycle, and 6 species develop with a change of hosts. Specific parasites for bream are *Gyrodactylus elegans*, *Dactylogyrus wunderi*, *D. falcatus* and *D. zandti*. For the first time *Dactylogyrus falcatus* is recorded in the Ob basin, and *D. zandti* and *D. wunderi* in the Lower Irtysh basin. The infestation of bream with metacercariae *Opisthorchis felineus* is established (the extent of invasion is 55.5%, the abundance index is 2.6).

**Key words:** bream, parasitofauna, the Lower Irtysh, *Dactylogyrus falcatus*, *Dactylogyrus zandti*, *Dactylogyrus wunderi*, *Opisthorchis felineus*.



УДК 595.768.13

# **BRUCHIDIUS TERRENUS (SHARP, 1886) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE: BRUCHINAE) – НОВЫЙ ИНВАЗИВНЫЙ ВИД ЖУКОВ-ЗЕРНОВОК В ФАУНЕ РОССИИ**

© 2018 Мартынов В.В.<sup>a, \*</sup>, Губин А.И.<sup>a, \*\*</sup>, Никулина Т.В.<sup>a, b, \*\*\*</sup>

<sup>a</sup> Государственное учреждение Донецкий ботанический сад, Донецк 83059, пр. Ильича, 110.

<sup>b</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва 119071, Россия

e-mail: \* [martynov.scarab@yandex.ru](mailto:martynov.scarab@yandex.ru), \*\* [helmintolog@mail.ru](mailto:helmintolog@mail.ru), \*\*\* [nikulinatanya@mail.ru](mailto:nikulinatanya@mail.ru)

Поступила в редакцию 24.02.2018

*Bruchidius terrenus* (Sharp, 1886) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) – новый для фауны Крыма и России инвазивный восточнопалеарктический вид жуков-зерновок был выведен в ноябре 2017 г. из семян *Albizia julibrissin* Durazzini, 1772 и *A. kalkora* (Roxburgh) Prain, 1897, собранных в Никитском ботаническом саду. *Bruchidius terrenus* монофаг: личинки развиваются в семенах альбиции (*Albizia Durazzini*, 1772). Степень поражённости семян *A. julibrissin* составила 45%, *A. kalkora* – 78%. Моно-вольгинный вид, массовый выход имаго отмечен в ноябре-декабре. Зимуют имаго.

**Ключевые слова:** Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae, *Bruchidius terrenus*, первая находка, Крым, Россия.

## **Введение**

Жуки-зерновки (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) относятся к числу хозяйственно значимых семейств. В состав семейства входит ряд опасных и карантинных вредителей сельского хозяйства. Тесная связь зерновок с семенами культурных бобовых растений позволила многим видам расселиться во все сельскохозяйственные регионы мира, сформировав обширные вторичные ареалы. На современном этапе инвазионного процесса всё большее значение приобретают зерновки, связанные с древесными и кустарниковыми формами бобовых. Широкое использование в лесном и парковом хозяйстве европейских стран представителей таких родов как *Gleditsia* J. Clayton, 1753, *Gymnocladus* Lamarck, 1783, *Amorpha* Linnaeus, 1753, *Robinia* Linnaeus, 1753, *Cercis* Linnaeus, 1753, *Albizia* Durazzini, 1772, *Mimosa* Linnaeus, 1753 и др. привело к интродукции и натурализации трофически связанных с ними видов зерновок. В настоящее время в Европе зарегистрировано более 170 видов жуков-зер-

новок, 42 из которых (то есть около 25%) имеют чужеродное происхождение [Anton, 2010; Yus Ramos et al., 2014].

Осенью 2015 г. при обследовании городских насаждений г. Симферополя (Республика Крым, Российская Федерация) были обнаружены бобы альбиции, створки и семена которых имели летные отверстия, характерные для жуков-зерновок. Дальнейшие исследования позволили выявить новый для фауны России вид жуков-зерновок – *Bruchidius terrenus* (Sharp, 1886).

## **Материал и методика**

Осенью 2017 г. в Никитском ботаническом саду (Республика Крым, г. Ялта, N 44°30'39.35", E 34°14'01.59") были собраны бобы *Albizia julibrissin* Durazzini, 1772 и *A. kalkora* (Roxburgh) Prain, 1897. Из бобов *A. julibrissin* 19.11.2017 вышли 38 имаго, из бобов *A. kalkora* с 19 по 21.11.2017 вышли 72 имаго *Bruchidius terrenus* (Sharp, 1886).

Координаты сбора материала приведены в системе WGS 84. Собранные бобы альбиции



помещали в пластиковые контейнеры. В лабораторных условиях наблюдали и фиксировали выход имаго. Для определения степени поражённости семена ( $n=100$ ), отобранные случайным образом, вскрывали. Преимагинальные фазы развития фиксировали в 96%-м спирте. Фотосъёмку проводили при помощи микроскопа Carl Zeiss Stemi 2000-C с фотокамерой Zeiss AxioCam Erc 5s. Идентификацию имаго авторы проводили на основании работ Л. Боровец [Borowiec, 1987], К. Моримото [Morimoto, 1990] и Р. Юс Рамос с соавторами [Yus Ramos et al., 2014], помимо внешней морфологии, изучали строение генитального аппарата самцов. Собранный материал хранится в личной коллекции авторов.

### Современное распространение *Bruchidius terrenus* (Sharp, 1886)

*Bruchidius terrenus* (Sharp, 1886) – восточно-палеарктический вид жуков-зерновок (рис. 1А), описанный из Японии. На основании сочетания признаков внешней морфологии и строения генитального аппарата *B. terrenus* относится к группе видов *B. rubicundus*, представители которой развиваются в семенах ра-

стений из трибы инговые (Ingeae) подсемейства мимозовые (Mimosoideae). Жуки-зерновки, входящие в состав данной группы, отсутствуют в европейской фауне [Yus Ramos, 2011]. От всех европейских видов рода *B. terrenus* отличается сочетанием следующих признаков: присутствием хорошо заметного бугорка в основании 3-го промежутка надкрылий, короткими усиками, не достигающими вершины задних углов переднеспинки, а также характерной окраской надкрылий, образованной симметричными тёмными пятнами, расположенными на нечётных промежутках (рис. 1А).

Личинки развиваются в семенах альбиции ленкоранской (*Albizia julibrissin*) (Leguminosae: Mimosoideae). В дальнейшем *B. terrenus* был найден в Китае и на Тайване, где считается опасным вредителем *A. julibrissin* [Zheng et al., 2006]. Сведения о возможности развития *B. terrenus* в семенах *Robinia pseudoacacia* Linnaeus, 1753 и *Acacia confusa* Merrill, 1910 нуждаются в подтверждении, по крайней мере, в пределах как естественного, так и вторичного ареала развитие вида фиксировалось исключительно в семенах *A. julibrissin* [Yus Ramos et al., 2011].

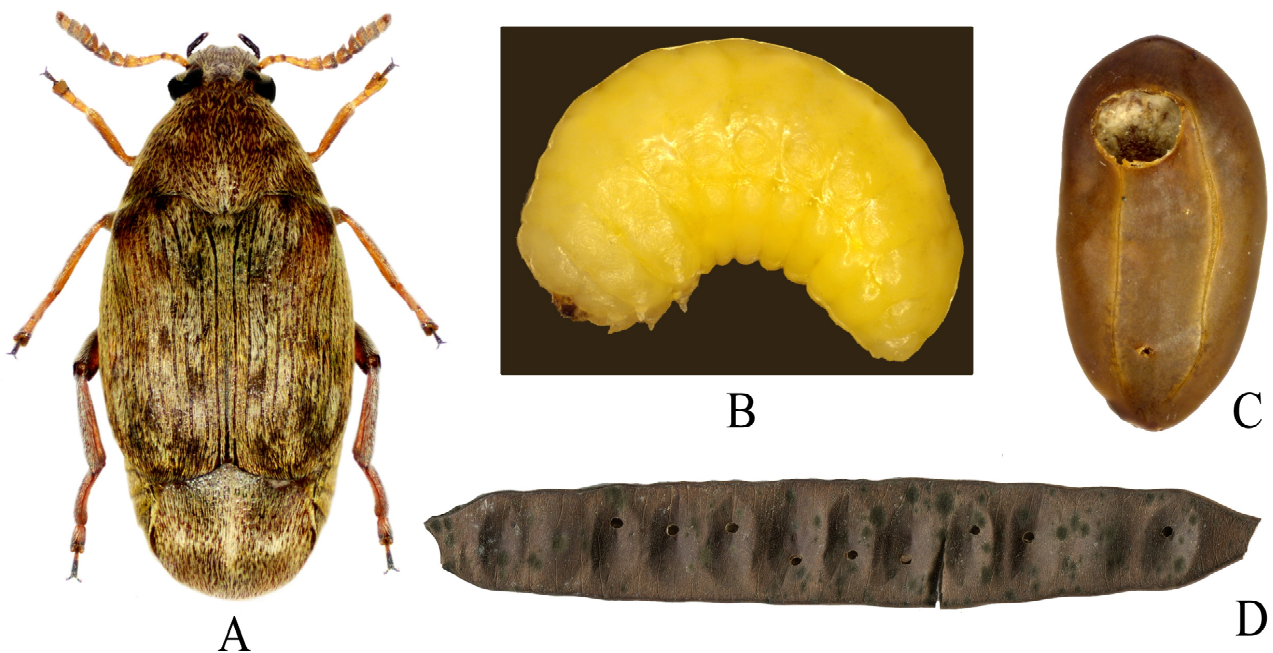


Рис. 1. *Bruchidius terrenus* (Sharp, 1886): А – имаго, самка; В – личинка; С – семя альбиции (*Albizia julibrissin* Durazzini, 1772) с лётным отверстием; D – плод альбиции с лётными отверстиями.

Естественный ареал альбиции ленкоранской охватывает несколько регионов Восточной, Юго-Восточной (Китай, Корея, Япония, Тайвань), и Передней Азии (Иран, Турция, Азербайджан). На территории бывшего СССР в естественных условиях альбиция встречается в прикаспийской части Талышских гор, где образует небольшие рощицы в пределах нижнего лесного пояса (до 200 м над ур. моря) [Деревья..., 1958]. Благодаря красоте цветков, папоротникообразных листьев и зонтиковидной кроны альбиция на протяжении последних трёх столетий широко используется как декоративная древесная порода далеко за пределами естественного ареала. Она является одним из самых зимостойких субтропических видов, газо- и пылеустойчива, благодаря чему широко применяется в озеленении городов.

На территорию Европы альбиция ленкоранская впервые завезена в 1745 г. в Англию, в 1749 г. – в Италию из Константинополя [DeWolf, 1968] и к настоящему времени культивируется во многих странах Европы (Италия, Испания, Франция, Греция, Албания, Болгария, Сербия, Венгрия и др.). В России представлена в озеленении городов Черноморского побережья Кавказа (Сочи, Адлер, Новороссийск) и Крыма (Севастополь, Симферополь, Евпатория, Ялта, Никита, Керчь, Алушта, Алушка) [Деревья..., 1958; Колесников, 1974].

В США альбиция ленкоранская была завезена в 1785 г. семенами из Персии через Францию. В 1807 г. растения, выращенные в питомниках на территории США, поступили в продажу [Cothran, 2004]. В настоящее время вид широко распространён на территории США и является инвазивным в ряде южных штатов [Hoebeke et al., 2009].

Несмотря на почти трёхсотлетнюю историю культивирования альбиции в Европе и Северной Америке, *B. terrenus* как специализированный вредитель её семян зарегистрирован только в начале XXI в. В США *B. terrenus* впервые отмечен в 2004 г. на территории 7 штатов юго-востока (Алабама, Флорида, Джорджия, Миссисипи, Северная Каролина, Южная Каролина, Теннесси) в семенах *A. jullibrissin*, степень поражённости которых превышала 90%

[Hoebeke et al., 2009]. В 2013 г. вид был зарегистрирован ещё в 4 штатах (Вирджиния, Кентукки, Иллинойс и Миссури) [Wheeler, Hoebeke, 2013], а в 2017 г. – ещё в 9 штатах (Мэриленд, Делавэр, Пенсильвания, Арканзас, Канзас, Луизиана, Оклахома, Техас и Юта) [Wheeler, Hoebeke, 2017].

Практически в это же время вид найден и в Европе. В Италии известны коллекционные экземпляры, датированные 2006 г. [Yus Ramos et al., 2011], это наиболее ранняя из известных нам точных дат указания вида для Европы. В начале 2000-х гг. *B. terrenus* отмечен в Венгрии [Szentesi et al., 2017]. В 2010 г. *B. terrenus* зарегистрирован в Болгарии (г. Пловдив – бобы собраны в 2009 г.) и Греции (г. Салоники – бобы собраны в 2009 г.) [Stojanova, 2010]. Примечательно, что семена тех же деревьев в Пловдиве, на которых *B. terrenus* был отмечен в 2010 г., не были заражены в 2006 и 2007 гг. Этот факт указывает на то, что проникновение *B. terrenus* в Болгарию произошло в последние несколько лет, возможно, с заражёнными семенами альбиции или в ходе самостоятельного расселения имаго с сопредельных территорий [Stojanova, 2010]. Обращает на себя внимание и значительная доля поражённых семян, так в 2010 г. в Пловдиве она составила 59.26% [Stojanova, 2010], и это при том, что проникновение вида произошло максимум 3–4 года назад. В 2013 г. вид отмечен в Сербии, где степень поражённости семян *A. jullibrissin* достигала 88% [Gagić Serdar et al., 2014]. Высокая степень поражённости семян альбиции в Болгарии и Сербии прежде всего свидетельствует о высокой экологической пластичности *B. terrenus* и возможности успешной натурализации в умеренной зоне. В 2011 г. вид отмечен на территории Испании (Барселона), в 2014 г. во Франции и в 2015 г. на Южной Корсике [Yus Ramos et al., 2011; Mouttet et al., 2016].

В 2007 г. вид впервые зарегистрирован в Турции, но уже в 2011 г. поражённость семян *A. jullibrissin* в насаждениях Стамбула составляла от 59.07% до 71.01% [Hizal, Parlak, 2013].

Анализируя историю распространения *B. terrenus* за пределы природного ареала, нельзя

не отметить факт практически одновременно нахождения вида в Европе и Северной Америке в начале XXI в. Неизбежно возникает вопрос, почему в течение столь длительного времени зерновка не фиксировалась во вторичном ареале альбиции.

**Биология.** Все авторы отмечают развитие *B. terrenus* в пределах вторичного ареала исключительно на *A. jullibrissin* [Stojanova, 2010; Yus Ramos et al., 2011; Hizal, Parlak, 2013; Gagić Serdar et al., 2014; Mouttet et al., 2016]. В то же время в Никитском ботаническом саду нами отмечено развитие зерновки на двух видах альбиции – *A. jullibrissin* и *A. kalkora*.

Самка откладывает яйца поодиночке на поверхность створок боба. Завершившая эмбриональное развитие личинка внедряется в стенку плода, находясь под защитой хорионовой оболочки яйца. В течение года, вероятно, развивается одна генерация. Массовый выход имаго проходит со второй декады ноября и продолжается до декабря. Закончившие развитие имаго выгрызают характерные для жуков-зерновок идеально округлые отверстия, располагающиеся в дистальной трети семени (рис. 1С). Внутри боба отсутствуют прочие повреждения и экскременты, характерные для развития многоядных вредителей из отряда Lepidoptera. Лётные отверстия хорошо заметны также на створках боба (рис. 1D).

Вскрытие семян *A. julibrissin* урожая 2017 г. в первой декаде декабря показало, что их заражённость достигает 45%. При этом в семенах отмечались как имаго – 30 экз. (66%), так и завершившие питание личинки 4-го возраста – 15 экз. (34%) (рис. 1В). Степень поражённости семян *A. kalkora* была значительно выше и достигала 78%. При вскрытии семян были отмечены имаго – 70 экз. (89%), личинки 4-го возраста – 7 экз. (9%) и куколка – 1 экз. (2%). Вероятнее всего, личинки и куколки завершат развитие уже в текущем году, а имаго, покинув семена, уйдут на зимовку. Сходный сезонный цикл развития вид демонстрирует и на территории США, где также зимовка проходит в имагинальной фазе, а массовый выход имаго отмечен в первой декаде ноября [Hoebeke et al., 2009].

## Благодарности

Авторы выражают благодарность сотрудникам отдела дендрологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Ордена Трудового Красного знамени Никитского ботанического сада – Национального научного центра РАН» за помощь в организации экскурсий и определение растений рода *Albizia*.

Исследование было поддержано Российским научным фондом, проект № 16-14-10031.

## Литература

- Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. Т. 4. Покрытосеменные. Семейства Бобовые – Гранатовые. Род 1. Альбиция – *Albizia* Durazz. / Под ред. С.Я. Соколова. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1958. С. 16–22.
- Колесников А.И. Декоративная дендрология. М.: Лесная промышленность, 1974. С. 356–358.
- Anton K.-W. Chrysomelidae: Bruchinae // Catalogue of Palaearctic Coleoptera / Eds. by I. Löbl, A.Smetana. Stenstrup: Apollo Books, 2010. Vol. 6. P. 339–353.
- Borowiec L. The genera of seed-beetles (Coleoptera, Bruchidae) // Polskie Pismo Entomologiczne. 1987. Vol. 57. P. 3–207.
- Cothran J.R. Treasured ornamentals of southern gardens – Michaux's lasting legacy // The Proceedings of the Andre Michaux International Symposium, Belmont, North Carolina, May 16–17, 2002. Castanea Occasional Papers in Eastern Botany. 2004. No. 2. P. 149–157.
- DeWolf G.P. *Albizia julibrissin* and its cultivar 'Ernest Wilson' // Arnoldia. 1968. Vol. 28. No. 4–5. P. 29–34.
- Gagić Serdar R., Mihajlović L., Poduška Z., Đorđević I., Češljarić G., Bilibajkić S., Stefanović T., Milosavljević M., Nevenić R. Seed predation in leguminous trees and shrubs: new invasive beetles (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) to the Serbian fauna // Agriculture & Forestry. 2014. Vol. 60. Issue 3. P. 163–174.
- Hizal E., Parlak N. *Bruchidius terrenus* and *Bruchidius siliquastris* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) – first records for Turkey // Florida Entomologist. 2013. Vol. 96. No. 1. P. 66–70.
- Hoebeke E.R., Wheeler A.G., Kingsolver J.M., Stephan D.L. First North American records of the East Palearctic seed beetle *Bruchidius terrenus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae), a specialist on mimosa (*Albizia julibrissin*, Fabaceae) // Florida Entomologist. 2009. Vol. 92. No. 3. P. 434–440.
- Morimoto K. A synopsis of the bruchid fauna of Japan // Bruchids and Legumes: economics, ecology and coevolution / Eds K. Fujii, A.M.R. Gatehouse, C.D. Johnson, R. Mitchel, T. Yoshida. Dordrecht, Netherlands: Academic Publishers, 1990. P. 131–140.

- Mouttet R., Moreto M., Delobel A., Kergoat G.J. Une Bruche nouvelle pour la France: *Bruchidius terrenus* (Sharp, 1886) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) // Bulletin de la Société entomologique de France. 2016. Vol. 121. No. 1. P. 87–89.
- Stojanova A. Seed beetle *Bruchidius terrenus* (Sharp) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) – new invasive species to the Bulgarian fauna // Biotechnology & Biotechnological Equipment. 2010. Vol. 24. No. 2. P. 646–647.
- Szentesi Á., György Z., Jermy T., Kiss B. Seasonal changes in bruchid (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) assemblages along managed highway ecotones // European Journal of Entomology. 2017. Vol. 114. P. 488–499.
- Wheeler A.G., Hoebeke E.R. *Acizzia jamatonica* (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae) and *Bruchidius terrenus* (Sharp) (Coleoptera: Chrysomelidae): New Western U.S. Records of Immigrant Specialists on Mimosa (*Albizia julibrissin*; Fabaceae) // Proceedings of the Entomological Society of Washington. 2017. Vol. 119. Issue 2. P. 271–276.
- Wheeler A.G., Hoebeke E.R. *Acizzia jamatonica* (Hemiptera: Psyllidae) and *Bruchidius terrenus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae): additional U.S. records of Asian specialists on mimosa (*Albizia julibrissin*; Fabaceae) // Great Lakes Entomologist. 2013. Vol. 46. P. 225–230.
- Yus Ramos R., Ventura D., Bensusan K., Coello-García P., György Z., Stojanova A. Alien seed beetles (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) in Europe // Zootaxa 3826. 2014. P. 401–448.
- Yus Ramos R., Ventura D., García P.C., Stojanova A. *Bruchidius terrenus* (Sharp, 1886) (Coleoptera: Bruchidae): primera cita para la Península Ibérica y para Italia, caracterización del imago y primeros datos biológicos // Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa. 2011. No. 48. P. 253–260.
- Zheng H., Wu Y., Ding J., Binion D., Fu W., Reardon R. Invasive Plants of Asian Origin Established in the United States and their Natural Enemies. Volume 1. USDA: Morgantown, 2006. 147 p.

## ***BRUCHIDIUS TERRENUS* (SHARP, 1886) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE: BRUCHINAE), A NEW INVASIVE SPECIES OF SEED-BEETLES IN THE FAUNA OF RUSSIA**

© 2018 Martynov V.V.<sup>a, \*</sup>, Gubin A.I.<sup>a, \*\*</sup>, Nikulina T.V.<sup>a, b, \*\*\*</sup>

<sup>a</sup> Public Institution Donetsk Botanical Garden, Donetsk 83059, Illich pr. 110.

<sup>b</sup> A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, the Russian Academy of Sciences, Moscow 119071, Russia

e-mail: \* [martynov.scarab@yandex.ru](mailto:martynov.scarab@yandex.ru), \*\* [helmintolog@mail.ru](mailto:helmintolog@mail.ru), \*\*\* [nikulinatanya@mail.ru](mailto:nikulinatanya@mail.ru)

*Bruchidius terrenus* (Sharp, 1886) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) is a new to the fauna of the Crimea and Russia invasive East Palearctic species of seed beetles which was emerged in November 2017 from the seeds of *Albizia julibrissin* Durazzini, 1772 and *A. kalkora* (Roxburgh) Prain, 1897, that were collected in the Nikita Botanical Garden. *B. terrenus* is a monophagous species: larvae develop in the seeds of silk trees (*Albizia* Durazzini, 1772). The infestation level in the seeds of *A. julibrissin* and *A. kalkora* was 45 and 78%, respectively. The species is monovoltine, emergence of adults was observed in November–December. The overwintering stage is imago.

**Key words:** Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae, *Bruchidius terrenus*, first record, the Crimea, Russia.

УДК 594.382.5

# ИСТОРИЯ РАССЕЛЕНИЯ И ПЕРВЫЕ НАХОДКИ КАВКАЗСКОГО САДОВОГО СЛИЗНЯ *DEROCERAS CAUCASICUM* (SIMROTH, 1901) (MOLLUSCA, GASTROPODA, STYLOMMATORHORA) В БЕЛАРУСИ

© 2018 Островский А.М.

Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет»,  
Республика Беларусь, Гомель 246000, ул. Ланге, 5;  
e-mail: [Arti301989@mail.ru](mailto:Arti301989@mail.ru)

Поступила в редакцию 09.02.2018

Приведены сведения по истории расселения и первым для Беларуси находкам кавказского садового слизня *Deroceras caucasicum*. Предполагается, что проникновение данного вида на территорию Беларуси произошло антропохорным путём вместе с импортированным посадочным материалом.

**Ключевые слова:** кавказский садовый слизень *Deroceras caucasicum*, история расселения, фаунистика, инвазия, Беларусь.

## Введение

Среди наземных слизней, как и в других группах живых организмов, имеются активно расселяющиеся виды, распространение которых происходит главным образом вдоль основных транспортных потоков с сельскохозяйственной продукцией, почвой, строительным или посадочным материалом и т.д. Такими путями, как сухопутными, так и морскими, осуществляются трансграничные, в том числе отдалённые, переносы моллюсков – опасных вредителей культурных растений. Многие виды слизней повреждают (отверстия, углубления, скопления слизи) или полностью уничтожают надземные и подземные части сельскохозяйственных культур, а также распространяют различные виды фитопатогенных микроорганизмов. Кроме агроценозов в процессе натурализации чужеродных слизней опасности подвергаются также природные экосистемы вследствие повреждения кормовых растений и вытеснения аборигенных видов моллюсков в ходе конкуренции за пространство и пищу. С этим связана экологическая угроза со стороны чужеродных моллюсков, особенно

таких активных, как кавказский садовый слизень *Deroceras caucasicum* (Simroth, 1901) [Прозорова, Фоменко, 2015].

## Материал

На территории Беларуси *D. caucasicum* впервые был обнаружен осенью 2016 г. в пригородной черте г. Гомеля. Материал собран автором 24.09.2016 г. в районе Центрального парка культуры и отдыха им. А.В. Луначарского на противоположном берегу р. Сож (52°24'48" N, 31°1'18.1" E). В ноябре 2017 г. существование данной популяции в этом месте подтвердилось новыми находками. Все три особи найдены под листовным опадом, лежащими на земле деревьями и бытовым мусором на влажном пойменном лугу неподалеку от посёлка Якубовка Ново-Белицкого района г. Гомеля.

## Результаты и обсуждение

*D. caucasicum* является представителем довольно обширного семейства Agriolimacidae, ареал которого охватывает почти всю Голарктику и Эфиопию, однако большинство родов

и видов всё же характерны для средиземноморских и черноморских стран; тогда как отдельные виды расселены человеком ещё шире [Лихарев, Виктор, 1980; Балашов, 2016а]. До середины прошлого столетия естественный ареал *D. caucasicum* ограничивался Крымом и центральными и восточными областями Кавказа [Лихарев, Виктор, 1980]. В результате бурного роста сельскохозяйственного производства и активизации мелиоративных работ в период с конца первой половины XX в. вид начинает активно распространяться в южных регионах бывшего СССР. Уже к 1950 г. *D. caucasicum* был обнаружен в садах и огородах Ташкента и Душанбе [Лихарев, 1965] и начал активно распространяться по территории Узбекистана и Таджикистана вследствие развития ирригации в этих республиках [Izzatulaev, 1978]. В качестве примера можно привести тот факт, что в долине р. Яван (Таджикистан) система оросительных каналов и новые посевные площади были созданы в 1967–1968 гг., а в 1971 г. там уже появился *D. caucasicum*, который через два года начал причинять ощутимый ущерб культурным растениям этого региона [Izzatulaev, 1978]. Одновременно, также в процессе ирригационных работ, *D. caucasicum* проник в Киргизию и на юго-восток Казахстана (включая горные и предгорные районы), где в дальнейшем натурализовался и уже к началу 1970-х гг. стал одним из основных сельскохозяйственных вредителей [Увалиева, 1990; Рымжанов, 2009]. Так, вызванные им потери урожая земляники и огурцов в некоторых хозяйствах в окрестностях г. Алма-Ата (Казахстан) в 1973–1979 гг. составляли до 50% [Увалиева, 1975, 1990].

Таким образом, в проблему для сельского хозяйства на постсоветском пространстве *D. caucasicum* превращается со второй половины XX в., что подтверждается отсутствием данного вида среди слизней-вредителей, описанных в монографии И.М. Лихарева [1954].

На территории Украины *D. caucasicum* был впервые обнаружен в 2004 г. В.В. Мартыновым в байрачной дубраве г. Донецка [Сверлова, 2006; Сверлова, Сон, 2006; Сверлова и др., 2006], а уже в октябре 2007 г. И.А. Балашёв

зафиксировал большие колонии этого вида в Киевском зоопарке и в г. Василькове (Киевская область) [Гураль-Сверлова и др., 2009]. Причём в Василькове слизи массово встречались в разных частях города, расположенных по обоим берегам р. Стугна – на приусадебных участках, по обочинам дорог, на свалке, возле полей на окраине города и в других открытых биотопах. В обоих случаях не вызывает сомнений антропохорный характер обнаруженных популяций.

Позже выяснилось, что кроме антропогенных ландшафтов на юго-востоке Украины *D. caucasicum* населяет и природные биотопы. Об этом свидетельствуют многочисленные находки слизи данного вида вместе с другими кавказскими видами моллюсков в пойменных лесах по долинам рек Вишневецкая, Миусик, Нагольная, Ольховая и Хрустальная на юге Луганской области (Антрацитовский и Свердловский районы), сделанные В.В. Мартыновым в октябре 2008 г. [Гураль-Сверлова и др., 2009; Гураль-Сверлова, Мартынов, 2010].

Кроме того, в течение 2006–2008 гг. *D. caucasicum* был неоднократно зафиксирован в Ясиноватском районе Донецкой области: в г. Авдеевка, в байрачном лесу в окрестностях села Минеральное, в пойменном лесу р. Кальмиус возле села Яковлевка. В 2005–2008 гг. этот вид повторно находили на территории г. Донецка в различных биотопах – от байрачной дубравы в Путиловском парке до пойменного луга р. Кальмиус в парке Ленком. Возможно, *D. caucasicum* распространён вдоль всей поймы р. Кальмиус: он был обнаружен по берегам этой реки как в её верхнем (Яковлевка, Донецк), так и в нижнем течении (степной участок в окрестностях села Пищевик Новоазовского района Донецкой области). Эти факты свидетельствуют о гораздо более раннем вселении данного вида в район Донецкого кряжа, нежели 2000-е гг. [Гураль-Сверлова и др., 2009].

На Дальнем Востоке России кавказский садовый слизень появился в окрестностях Владивостока во время первой вспышки его численности в 1996 г. [Чернышёв, 1999; 2003]. С этого времени вид начинает активно распространяться в Приморском крае, сохраняя высо-



кую плотность особей на освоенной территории, особенно в районе дачных участков от Владивостока до посёлка Раздольное, где причиняет существенный вред садово-огородным культурам вплоть до полного уничтожения урожая.

В приморских районах *D. caucasicum* активно внедряется в природные биотопы и постоянно расширяет площадь обитания. В настоящее время границы его инвазии вдоль материкового побережья располагаются от Зарубино и Славянки до Ливадии и Находки. Вглубь континента вселенец дошёл до Уссурийска, проник в юго-восточные районы ханкайского бассейна, достигнув заметной численности в г. Спасск-Дальний [Чернышёв, 2006; Фоменко, Прозорова, 2015], появился в Партизанской долине, а в заливе Петра Великого начал проникать на островные территории [Прозорова, 2013].

В результате натурализации этот вид представляет опасность также и для эндемичных природных экосистем Приморья, включая особо охраняемые природные территории, выдавливая из наземных биотопов местные виды беспозвоночных, в том числе редкие и охраняемые. В число уже инвазированных дальневосточных особо охраняемых природных территорий входят Ботанический сад во Владивостоке, часть наземной территории Дальневосточного морского заповедника, расположенная на острове Попова, Национальный парк «Земля леопарда», а также региональные заказники «Залив Восток» и «Полтавский». На территории «Земли леопарда» *D. caucasicum* локализован вдоль автомобильной трассы, главным образом, вблизи населённых пунктов и садово-огородных участков. В зоне риска инвазии находятся заповедники «Кедровая Падь» и «Уссурийский», поскольку в 2015 г. вид был отмечен в ближайших к ним населённых пунктах [Фоменко, Прозорова, 2015].

Кроме того, *D. caucasicum* был найден В.В. Мартыновым в сентябре 2008 г. на территории Белгорода [Гураль-Сверлова и др., 2009], а также в Москве [Tappert, 2009].

Согласно литературным данным [Лихарев, Виктор, 1980], *D. caucasicum* является очень

влаголюбивым видом, обитающим чаще всего по берегам водоёмов и на влажных лугах. Характерной особенностью нашего биотопа является наличие низинных заболоченных участков с островками древесно-кустарниковой растительности, в состав которых входят крушина, ива, дуб, тополь, ясень, остролистый и американский клён. Из других видов слизней в данном местообитании совместно с *D. caucasicum* были также обнаружены *D. reticulatum* (Müller, 1774), *Limax maximus* (Linnaeus, 1758) и *Arion subfuscus* (Draparnaud, 1805). При этом следует отметить, что активность моллюсков наблюдалась и поздней осенью, после ночных заморозков, при плюсовой дневной температуре воздуха.

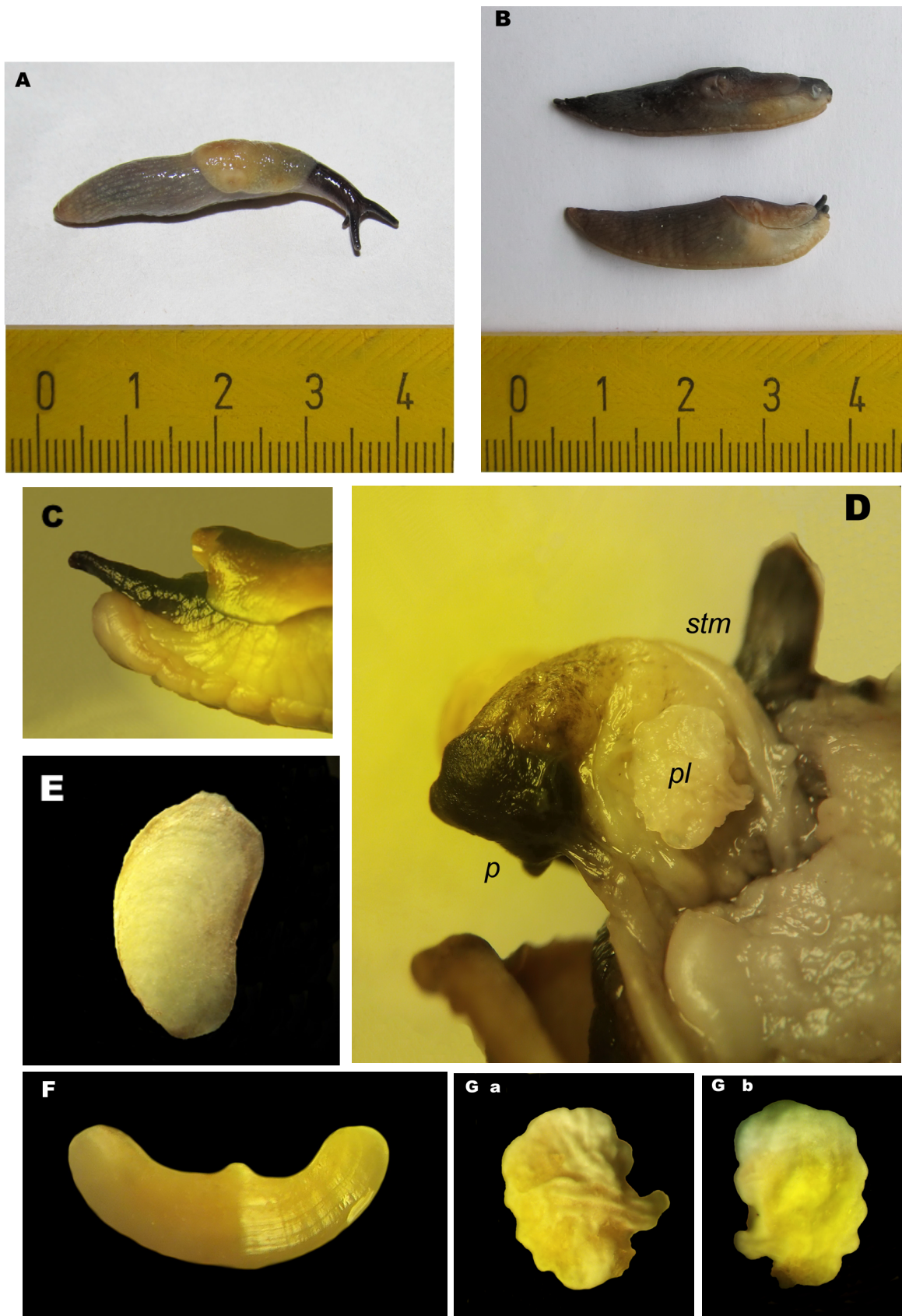
Внешний вид собранных слизней и некоторые характерные для *D. caucasicum* особенности строения дистальных отделов половой системы ..представлены на рисунке 1.

На наш взгляд, проникновение *D. caucasicum* на территорию Беларуси произошло антропохорным путём вместе с перевозкой и пересадкой садовых растений, которая, как правило, проводится поздней осенью и ранней весной. Вполне вероятно, что в почве вместе с посадочным материалом могли оказаться яйца *D. caucasicum*, который размножается осенью. Это предположение полностью согласуется с результатами исследований других специалистов [Гураль-Сверлова и др., 2009; Шиков, 2016]. Кроме перечисленных факторов успешному размножению *D. caucasicum* в новых для него природно-климатических условиях также могла способствовать и наметившаяся в последние десятилетия тенденция потепления климата.

### Заключение

Таким образом, обнаружение агрессивного чужеродного кавказского слизня-вредителя *D. caucasicum* в областном центре на юго-востоке Беларуси представляет особый интерес в связи с его продолжающейся активной экспансией в северном и восточном направлениях в умеренной зоне Евразийского континента. После инвазирования на освоенных территориях в ближайшем будущем следует ожидать





**Рис 1.** Внешний вид и внутреннее строение слизня *D. caucasicum* из популяции г. Гомеля: А, В – внешний вид живой и фиксированных половозрелых особей; С – передний конец тела; D – строение дистальных отделов половой системы (*p* – пенис, *stm* – стимулятор, *pl* – пластинка стимулятора); E – раковина; F – челюсть; G – известковая пластинка стимулятора (*a* – вид сверху, *b* – вид снизу).

вспышку численности этого быстро размножающегося слизня, как это наблюдалось в ряде других регионов, куда вследствие интродукции проник данный вредитель. В свою очередь, это приведёт к повреждению природных экосистем и конкурентному вытеснению из них аборигенных видов наземной малакофауны. Вселение *D. caucasicum* неизбежно повлечёт и распространение связанных с ним опасных паразитов домашних животных [Акрамовский, 1976; Балашов, 2016б]. В связи с этой опасностью нами начато изучение особенностей биологии и экологии *D. caucasicum* в природно-климатических условиях юго-востока Беларуси с целью поиска действенных методов ограничения его численности.

### Литература

- Акрамовский Н.Н. Фауна Армянской ССР. Моллюски. Ереван: Изд-во АН Арм. ССР, 1976. 272 с.
- Балашов И.А. Стебельчатоглазые (*Stylommatophora*) // Фауна Украины. Моллюски. Киев: Наукова думка, 2016а. Т. 29. Вып. 5. 592 с.
- Балашов И.А. Охрана наземных моллюсков Украины. Киев: Институт зоологии НАН Украины, 2016б. 272 с.
- Гураль-Сверлова Н.В., Балашёв И.А., Гураль Р.И. Современное распространение наземных моллюсков семейства Agriolimacidae на территории Украины // *Ruthenica*. 2009. Т. 19. № 2. С. 53–61.
- Гураль-Сверлова Н.В., Мартынов В.В. Первая находка наземных моллюсков рода *Gibbulinopsis* (Gastropoda, Pulmonata, Pupillidae) на территории Украины // Зоологический журнал. 2010. Т. 89. № 6. С. 758–761.
- Лихарев И.М. Слизни – вредители сельского хозяйства. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 75 с.
- Лихарев И.М. Некоторые факторы, определяющие распространение синантропных наземных моллюсков // В кн.: Моллюски. Вопросы теоретической и прикладной малакологии. Тезисы докладов. М.; Л.: Наука, 1965. Сборник 2. С. 48–51.
- Лихарев И.М., Виктор А.И. Слизни фауны СССР и сопредельных стран (Gastropoda Terrestria Nuda) // Фауна СССР. Моллюски. Л.: Наука, 1980. Т. 3. Вып. 5. 437 с.
- Прозорова Л.А. Вселение слизня-вредителя *Deroceras caucasicum* (Simroth, 1901) на острова залива Петра Великого (Японское море) // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. 2013. Вып. 17. С. 233–237.
- Прозорова Л.А., Фоменко К.В. Чужеродные виды наземных слизней на Дальнем Востоке России // Вестник ДВО РАН. 2015. № 1. С. 72–78.
- Рымжанов Т.С. Жизненный цикл кавказского слизня – *Deroceras (Liolytopelte) caucasicum* (Simroth, 1901) (Mollusca, Gastropoda) в условиях Алма-Атинской области // Вестник Казахского Национального университета. Серия биологическая. 2009. № 1(40). С. 43–50.
- Сверлова Н.В. О распространении некоторых видов наземных моллюсков на территории Украины // *Ruthenica*. 2006. Т. 16. № 1–2. С. 119–139.
- Сверлова Н.В., Мартинов В.В., Мартинов О.В. До вивчення наземної малакофауни (Gastropoda, Pulmonata) південно-східної частини України // Наукові записки Державного природознавчого музею. 2006. Вип. 22. С. 35–46.
- Сверлова Н.В., Сон М.О. Моллюски-интродуценты и их место в городских малакоценозах // В кн.: Фауна, экология и внутривидовая изменчивость наземных моллюсков в урбанизированной среде. Львов: Государственный природоведческий музей, 2006. С. 42–59.
- Увалиева К.К. Жизненные циклы и вредоносность слизней *Deroceras caucasicum* (Simroth) и *Parmacella rutellum* (Hutton) в Алма-Атинской области // В кн.: Моллюски. Их система, эволюция и роль в природе: Авторефераты докладов. Л.: Наука, 1975. Сборник 5. С. 44–46.
- Увалиева К.К. Наземные моллюски Казахстана и сопредельных территорий. Алма-Ата: Наука, 1990. 224 с.
- Фоменко К.В., Прозорова Л.А. Расширение инвазии чужеродного кавказского садового слизня (*Deroceras caucasicum*) в Приморском крае // В сб.: Природа без границ: IX Международный экологический форум / Под ред. Т.С. Вшивковой, С.С. Соловьёва, Н.А. Овчинниковой, В.Е. Ким. Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2015. С. 226–227.
- Чернышёв А.В. Первые находки слизня *Deroceras caucasicum* (Simroth, 1901) на Дальнем Востоке России // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. 1999. Вып. 3. С. 97–98.
- Чернышёв А.В. На Дальнем Востоке кавказские слизни? // Природа. 2003. № 4. С. 82.
- Чернышёв А.В. Слизень *Deroceras caucasicum* (Simroth, 1901) на Дальнем Востоке: 10 лет после первой находки // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. 2006. Вып. 10. С. 133–134.
- Шиков Е.В. Адвентивные виды наземной малакофауны центра Русской равнины // *Ruthenica*. 2016. Т. 26. № 3–4. С. 153–164.
- Izzatulaev Z.I. Fauna of land and freshwater mollusks in the newly developed lands of the Javan Valley of Tadzhikistan and some regularities of its formation // *Malacological Review*. 1978. Vol. 11. P. 80.
- Tappert A. Die Molluskenfauna von Moskau und der Moskauer Oblast, Russland // *Schriften zur Malakozoologie*. 2009. Vol. 24. P. 5–62.

**THE INVASION HISTORY AND FIRST FINDINGS OF  
CAUCASIAN GARDEN SLUG *DEROCERAS CAUCASICUM*  
(SIMROTH, 1901) (MOLLUSCA, GASTROPODA,  
STYLOMMATOPHORA) IN BELARUS**

© 2018 Ostrovsky A.M.

Educational establishment «Gomel State Medical University»,  
Republic of Belarus, Gomel 246000, Lange str., 5;  
e-mail: [Arti301989@mail.ru](mailto:Arti301989@mail.ru)

The history of invasion and new data on the record of Caucasian garden slug *Deroceras caucasicum* in Belarus are analyzed. It is assumed that the penetration of this species into the territory of Belarus occurred by anthropochorous way with the imported planting material.

**Key words:** Caucasian garden slug *Deroceras caucasicum*, history of invasion, faunistics, Republic of Belarus.

УДК 632.4:632.7

# ФИТОПАТОГЕННЫЙ ГРИБ *FUSARIUM CIRCINATUM* И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ НАСЕКОМЫМИ В РОССИИ

© 2018 Селиховкин А.В.<sup>a, b, \*</sup>, Марковская С.<sup>c, \*\*</sup>, Васайтис Р.<sup>d, \*\*\*</sup>,  
Мартынов А.Н.<sup>a, \*\*\*\*</sup>, Мусолин Д.Л.<sup>a, \*\*\*\*\*</sup>

<sup>a</sup> ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет  
имени С.М. Кирова», Санкт-Петербург 194021;

<sup>b</sup> ФГБОУ «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург 199034;

<sup>c</sup> Научный центр по изучению природы, Вильнюс, Литва LT-08412;

<sup>d</sup> Шведский университет сельскохозяйственных наук, Уппсала, Швеция SE-75007;

e-mail: \* [a.selikhovkin@mail.ru](mailto:a.selikhovkin@mail.ru); \*\* [svetlana.markovskaja@gamtc.lt](mailto:svetlana.markovskaja@gamtc.lt);

\*\*\* [rimvys.vasaitis@slu.se](mailto:rimvys.vasaitis@slu.se); \*\*\*\* [forestry@spbftu.ru](mailto:forestry@spbftu.ru); \*\*\*\*\* [musolin@gmail.com](mailto:musolin@gmail.com)

Поступила в редакцию 15.10.2017

Появление в Европе возбудителя язвенного рака сосны – аскомицета *Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnell (телеоморфа *Gibberella circinata*) – тревожный сигнал для России. В кратком обзоре проанализированы биология *F. circinatum* и векторы его распространения. Воротами инфекции для этого фитопатогена являются открытые раны на коре стволов и ветвей, куда фузариум попадает с капельной влагой или по воздуху. Заражение сопровождается образованием обширных язв, интенсивным смолоотделением и отмиранием кроны. В России этот патоген может появиться и распространиться на побережье Чёрного моря (с наибольшей вероятностью юго-восточнее Краснодара) в питомниках и посадках сосны. Однако в настоящее время не ясно, в полной ли мере подойдут климатические условия этого региона для *F. circinatum* и насколько патоген окажется конкурентоспособным в новой для него обстановке. Связанные с соснами насекомые являются важным фактором распространения *F. circinatum*, поскольку могут быть как непосредственными переносчиками пропагул гриба (то есть векторами распространения возбудителя), так и наносить на побеги, ветви и стволы сосен повреждения, которые становятся воротами инфекции. Закончив развитие на заражённом *F. circinatum* дереве, взрослое насекомое перелетает на другое, возможно, здоровое дерево, перенося на своих покровах и оставляя на новом дереве прилипшие споры гриба. В обзоре рассматриваются насекомые, повреждающие сосны рода *Pinus*, и обсуждается их роль в распространении *F. circinatum*. Показано, что в России обитает немало видов насекомых, потенциально способных обеспечить быстрое распространение язвенного рака сосны, если *F. circinatum* появится на территории страны.

**Ключевые слова:** инвазии, насекомые, патоген, сосна, фузариум, язвенный рак сосны, *Fusarium circinatum*, *Gibberella circinata*.

## Введение

Инвазионные фитопатогенные грибы, как правило, становятся проблемами не отдельных стран, а целых континентов. Хорошо известна ситуация с голландской болезнью вязов, пришедшей в Россию из Европы и вызываемой аскомицетами *Ophiostoma ulmi* (Buisman) Nannf. и *O. novo-ulmi* Brasier. В частности, в Санкт-Петербурге за последние 20 лет погибли или были вырублены практически все вязы,

ещё недавно являвшиеся одним из красивейших элементов зелёного убранства города. Вектором распространения голландской болезни (то есть организмами, которые не только связаны с больным растением, но и способны переносить патогена от одного растения к другому и заражать его, распространяя патогена и болезнь [Brocknerhoff et al., 2016]) были короеды-заболонники (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae): *Scolytus multistriatus*

(Marshall, 1802), *Scolytus scolytus* (Fabricius, 1775) и *Scolytus pygmaeus* (Fabricius, 1787) [Селиховкин, Мусолин, 2013; Селиховкин и др., 2014]. Ещё одной проблемой для Европы стала массовая гибель ясеней от гриба-аскомицета *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral et al. [Мусолин и др., 2016; Musolin et al., 2017], который ранее был известен под названиями *Chalara fraxinea* T. Kowalski и *Hymenoscyphus pseudoalbidus* Queloz et al. В России этот гриб тоже отмечен (причём и в европейской части страны, и на её Дальнем Востоке), но пока он не вызывает массовой гибели ясеневых насаждений [Musolin et al., 2017]. Возможно, микобиота ясеня в наших условиях создаёт этому грибу неблагоприятные условия, в которых он не может проявить свою агрессивность, как это происходит в Центральной и Западной Европе. Во всяком случае, пока не может. Гораздо большую опасность для ясеня в России в настоящее время представляет недавний инвазивер – ясеневая изумрудная узкотелая златка *Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera: Vuprestidae) [Селиховкин и др., 2017; Musolin et al., 2017]. И вот теперь европейские страны столкнулись с появлением ещё одного патогена – возбудителя язвенного рака сосны аскомицета *Gibberella circinata* Nirenberg & O'Donnell (телеморфа), которому соответствует анаморфа *Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnell (класс Sordariomycetes, порядок Нурocreales, семейство Nectriaceae). Язвенный рак сосны – хорошо известное на территории России заболевание, возбудителем которого являются ржавчинные грибы *Cronartium flaccidum* (Alb. & Schwein.) G. Winter и *Peridermium pini* (Willd.) Lév. В последние два десятилетия в Европе к этим двум патогенам присоединился ещё один высоковирулентный патоген *F. circinatum*. Основным путём распространения *F. circinatum* является перемещение заражённого посадочного материала и древесины. Воротами инфекции для этого гриба являются разного рода повреждения деревьев, в том числе и повреждения, вызванные насекомыми. Кроме того, насекомые-вредители сосны, перенося пропагулы *F. circinatum*, выступают одним из важнейших факторов рас-

пространения этого патогена [EFSA, 2010]. В связи с этим, целью данной работы являлось рассмотрение возможности распространения *F. circinatum* в России насекомыми.

### Фитопатоген и векторы его распространения

**Фитопатоген.** *Fusarium circinatum* был впервые описан в 1940-х гг. на востоке США (в Северной Каролине) на сосне виргинской *Pinus virginiana* Mill. Затем он был обнаружен на Гаити и, спустя 40 лет после первого описания, был найден в лесах и в искусственных зелёных насаждениях прибрежных районов Калифорнии, где стал поражать кроме разных видов сосен ещё и псевдотсугу Мензиса, или дугласову пихту *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. Позже этого патогена обнаружили в Южной Африке, Японии, Корее, Мексике, Чили, Уругвае, Колумбии, Бразилии, а также в Европе – во Франции, Испании, Италии, Португалии более чем на 50 видах сосен [Bezoz et al., 2017; Мусолин и др., 2018]. Сейчас он внесён в Список карантинных организмов А2 Европейско-средиземноморской организации по защите растений (European and Mediterranean Plant Protection Organization; EPPO) как патоген, присутствующий в европейском и средиземноморском регионе, но имеющий ограниченное распространение и рекомендованный к контролю и карантину.

Наибольшее распространение в Европе *F. circinatum* имеет на испанском побережье Бискайского залива. Также появление этого фитопатогена отмечено в Португалии, Италии и разных районах Франции, в том числе и на востоке страны в невысоком горном районе Вогез (48° с. ш., 7° в. д.) [EFSA, 2010]. Программа для моделирования ареалов CLIMEX, использованная авторами обзора Европейской организации по безопасности пищевых продуктов для оценки рисков распространения *F. circinatum*, показывает, что румынское побережье Чёрного моря с некоторой вероятностью может стать маргинальной зоной распространения этого инвазионного патогена в Европе [EFSA, 2010]. Однако, как отмечают ав-

торы обзора, проведённая оценка имеет несколько серьёзных недостатков, так как она основывалась только на имеющихся случаях регистрации проникновения фитопатогена и не учитывала локальные погодные особенности точек регистрации. Кроме того, в ряде работ показано, что распределение *F. circinatum* в значительной степени зависит не только от климата. Так, важнейшими факторами успеха инвазии являются восприимчивость растений-хозяев [Hodge, Dvorak, 2000] и наличие на древесных растениях различных повреждений [Dwinell et al., 1985; Gordon et al., 2001]. В связи с этим, можно предположить, что микроклиматические условия в причерноморских районах могут оказаться достаточно благоприятными для этого патогена. В частности, юго-восточнее Краснодара на побережье Чёрного моря, от г. Сочи до г. Сухуми и далее на территории Грузии климат влажный субтропический. Температура в этой зоне не опускается ниже нуля [Kottek et al., 2006; Climate-data, 2018]. Сосна крымская *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe (подвид сосны чёрной *Pinus nigra* J.F. Arnold) и сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* Linnaeus являются основными видами сосен, распространёнными в этом районе. В Европе уже зафиксированы случаи заражения *P. nigra* и *P. sylvestris*. Всё вышесказанное позволяет допустить возможность появления и распространения *F. circinatum* на побережье Чёрного моря и в прилегающих районах.

В естественных условиях у *F. circinatum* пока были обнаружены только бесполое споры (микро- и макроконидии), тогда как аскоспоры были получены только в лабораторных условиях. Отделение микро- и макроконидий от конидиеносцев происходит при наличии капельно-жидкой влаги. Дальнейшее их распространение происходит воздушно-капельным способом, например, с водой, стекающей по стволам и ветвям деревьев или в почве. Однако при этом в местах распространения патогена пропагулы находят также и в пробах воздуха. Конидии фузариума прорастают в широком диапазоне температур (от 5 до 25 °C), однако росту мицелия благоприятствует толь-

ко температура выше 10 °C. Восприимчивы к фузариуму деревья любого возраста – от самых молодых сеянцев до взрослых и перестойных деревьев (рис. 1–4). Патоген начинает развиваться, если в тканях дерева, куда он попал, есть вода или очень высока влажность окружающего воздуха. Воротами инфекции для фузариума являются открытые раны, которые могут возникать по самым разным причинам. Это могут быть механические повреждения, морозобойные трещины, повреждения, сделанные насекомыми, и так далее. В раны патоген может попасть с капельной влагой или по воздуху. Кроме того, споры фузариума могут быть занесены насекомыми. С повышением влажности в области раны развитие гриба происходит интенсивнее. Соответственно, и распространение инфекции зависит от климатических и погодных условий, в первую очередь – от температуры и влажности [EFSA, 2010].

При заражении деревьев через воздушную среду сначала отмирают побеги последних двух лет. При этом пути заражения рак не распространяется глубоко в крону и не проникает в ствол. Однако, как правило, происходит вторичное заражение, в том числе за счёт деятельности насекомых. В этом случае могут поражаться все части дерева. Процесс заражения сопровождается отмиранием кроны, образованием язв на стволе и ветвях и интенсивным смолоотделением, деформацией ствола (рис. 1–4). Развивающиеся язвы могут полностью опоясать ствол, что приводит к гибели дерева [EFSA, 2010].

**Распространение фитопатогена.** Основным путём распространения *F. circinatum* по миру является перемещение заражённого посадочного материала и древесины. Импортные заражённые семена, саженцы и древесина являются основными источниками инфекции. При умеренных температурах патоген выживает в течение года или более в заражённой древесине и достаточно долго сохраняется в почве. Таким образом, почву можно рассматривать как ещё один возможный источник инфекции при распространении болезни





**Рис. 1.** Обильное смолотечение как один из симптомов язвенного рака сосны, вызванного грибом *Fusarium circinatum* на сосне лучистой *Pinus radiata*. Регион Кантабрия, Испания, 2008. Фото д-ра Х.Х. Диеса (Dr. J.J. Diez); воспроизводится с разрешения автора.





**Рис. 2.** Патологическое развитие ствола сосны лучистой *Pinus radiata* и обильное смолотечение, вызванное грибом *Fusarium circinatum*. Регион Кантабрия, Испания, 2008. Фото д-ра П. Мартинеса-Алвареса (Dr. P. Martínez-Álvarez); воспроизводится с разрешения автора.





**Рис. 3.** Спил сосны лучистой *Pinus radiata*, поражённой грибом *Fusarium circinatum* в сильной степени. Регион Кантабрия, Испания, 2015 г. Фото д-ра С. Марковской (Dr. S. Markowskaja).



**Рис. 4.** Спил сосны лучистой *Pinus radiata* с деформацией ствола, вызванной грибом *Fusarium circinatum*. Регион Кантабрия, Испания, 2015 г. Фото д-ра С. Марковской (Dr. S. Markowskaja).

в новые районы, так как *F. circinatum* может также заражать корни и саженцы сосны [EFSA, 2010].

Лесные питомники сосны лучистой *Pinus radiata* D. Don оказались особенно благоприятной средой для распространения *F. circinatum*. В искусственных условиях (с уплотнённым произрастанием и регулярными поливами) этот патоген снижает всхожесть семян сосны, вызывает полегание сеянцев и увядание саженцев [EFSA, 2010].

Интересно, что такая характерная защитная реакция деревьев на повреждение, как увеличение смоловыделения, может быть фактором, стимулирующим развитие гриба. При травмах, в том числе и при повреждении клеток разрастающимся мицелием *F. circinatum*, увеличивается количество смоляных каналов в местах повреждений. Эпителиальные клетки, окружающие смоляные каналы, содержат крахмал, который является важным компонентом питания грибов [EFSA, 2010].

Насекомые-вредители сосны являются одним из важнейших факторов распространения *F. circinatum*. Они могут выступать как в роли непосредственных переносчиков пропагул гриба (то есть быть полноценными векторами распространения возбудителя фузариоза), так и наносить повреждения на побеги, ветви и стволы сосен, которые при этом становятся воротами инфекции. Споры могут проникать через открытые повреждения в ткани растений, в камбий и поверхностные слои древесины [EFSA, 2010]. Однако именно насекомые являются наиболее эффективными переносчиками патогена. Закончив развитие на одном дереве, заражённом этим грибом, взрослое насекомое перелетает на другое, возможно, здоровое дерево, переноса на своих покровах и оставляя на новом дереве прилипшие споры гриба. В итоге, одно насекомое может перенести споры гриба на несколько здоровых деревьев. Особую вредность могут иметь виды насекомых, способные давать вспышки массового размножения или значительно увеличивать плотность своих популяций в сосновых лесах.

Ослабленные *F. circinatum* деревья становятся лёгкой добычей короедов. И именно с ко-

роедами часто связывают быстрое распространение спор этого патогена [Bezoz et al., 2015, 2017; Brockerhoff et al., 2016]. Несомненными лидерами по возможному распространению *F. circinatum* в Европе являются сосновые лубоеды *Tomicus piniperda* (Linnaeus, 1758), *Tomicus minor* (Hartig, 1834) и *Tomicus destruens* (Wollaston, 1985). Последний вид (*T. destruens*) предпочитает мягкий средиземноморский климат и распространён на западе Европы, в Испании, Франции, Португалии и Италии, а вот большой (*T. piniperda*) и малый (*T. minor*) сосновые лубоеды распространены почти по всему ареалу сосен. В России их можно найти и в Краснодарском крае, и на Дальнем Востоке, и на Кольском полуострове.

Лубоеды обычно заселяют ослабленные деревья, в том числе инфицированные фузариумом. В очагах распространения патогена значительная часть жуков родительского поколения и жуки молодого поколения несут на своём теле прилипшие конидии гриба [Storer et al., 2004; EFSA, 2010; Bezoz et al., 2017]. Жуки перелетают на здоровые сосны, проходят дополнительное питание внутри молодых побегов, заражая их спорами фузариума. Побегов, в которых эти короеды проделывают ходы, обламываются, открывая ворота инфекции. Следует отметить, что при высокой плотности популяции лубоеды успешно атакуют и вполне здоровые, жизнеспособные сосны. При наличии патогена они могут заносить инфекцию даже при неудачных попытках поселения, когда дерево справляется с первичной атакой вредителей, заливая их смолой.

Ещё одним весьма вероятным вектором распространения *F. circinatum*, в случае попадания этого гриба в Россию, может стать чёрный сосновый усач *Monochamus galloprovincialis* (Oliver, 1975) (Coleoptera: Cerambycidae). Имаго этого усача, так же, как и сосновые лубоеды, проходят дополнительное питание на побегах сосны, имея хорошую возможность для заражения здоровых деревьев язвенным раком. Кроме того, чёрный сосновый усач для откладки яиц своими мощными мандибулами делает насечки на стволе, в которые также



могут попасть споры патогена (как при расщеплении коры, так и во время откладки яиц). Во всяком случае, подобное явление, связанное с распространением возбудителей язвенного рака в ельниках при откладке яиц усачами рода *Monochamus*, наблюдали в хвойных древостоях Карельского перешейка [Варенцова и др., 2017]. Чёрный сосновый усач не даёт вспышек массового размножения, но типичен для соснового леса и потенциально может быть успешным распространителем *F. circinatum*.

Ещё одной группой вредителей сосны, которые могут быть эффективным вектором распространения патогена, являются сосновые слоники *Pissodes (Pissodes) castaneus* (De Geer, 1775), *P. (Pissodes) pini* (Linnaeus, 1758), *P. (Pissodes) piniphilus* (Herbst, 1797), *Pissodes (Pissodes) validirostris* (C.R. Sahlberg, 1834), *Hylastes ater* (Paykull, 1800) и, конечно, *Hylobius (Callirus) abietis* (Linnaeus, 1758) (все – Coleoptera: Curculionidae). Жуки первых трёх видов (сосновых смолёвок *P. castaneus*, *P. pini* и *P. piniphilus*) проходят дополнительное питание на тонкой коре стволов и ветвей сосен, выгрызая небольшие участки. При высокой плотности популяции смолёвок эти повреждения могут не успевать засмолиться, превращаясь в открытые раны и становясь воротами инфекции. Кроме того, и сам жук в процессе питания может занести на своих покровах споры гриба. Личинки слоников развиваются под корой деревьев, ослабленных пожарами или другими факторами (включая и развитие язвенного рака). Чаще всего высокая плотность популяций слоников наблюдается в молодых сосняках в возрасте 15–20 лет и старше.

Два других перечисленных вида долгоносиков (*H. ater* и *H. abietis*) являются опаснейшими вредителями естественного возобновления, лесных культур, саженцев и сеянцев сосны. Для некоторых видов долгоносиков (в частности, для *Hylastes attenuatus* Erichson, 1836) известно, что они могут переносить споры патогенных грибов *Ophiostoma* spp., *Leptographium* spp. и *Fusarium* spp. [Peverieri et al., 2006; Romyn et al., 2007; Bezos et al., 2017]. Личинки *H. ater* и *H. abietis* развиваются в корнях или в районе корневой шейки со-

сновых пней, оставшихся после рубки или бурелома. Жуки проходят дополнительное питание на возобновлении сосны, выгрызая довольно большие площадки на стволах (иногда до 8–10 мм в длину). В России большой сосновый долгоносик *H. abietis* иногда полностью уничтожает естественное возобновление на вырубках [Поповичев, Селиховкин, 1985], являясь опаснейшим вредителем возобновления сосны в Сибири и на севере европейской части страны. Имаго *H. ater* и *H. abietis* могут жить до 3–5 лет, всё это время распространяя споры грибов. Перечисленные особенности биологии долгоносиков говорят о том, что оба эти вида могут стать основными переносчиками фузариума в питомниках и лесных культурах сосны в России.

Смолёвка сосновых шишек *P. validirostris* и ещё один вредитель, относящийся к совершенно другой группе насекомых, – инвазионный сосновый семенной клоп *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae) – также могут быть значимыми векторами распространения патогена. Жуки смолёвки сосновых шишек живут до 3 лет и питаются на молодых шишках и побегах, наносят открытые раны и таким образом могут вносить инфекцию. Имаго и личинки клопа *L. occidentalis* питаются только шишками, разнося инфекцию от дерева к дереву. Пока не доказано, что сосновый семенной клоп способен переносить фузариум, однако известно, что он является переносчиком другого патогенного гриба – *Diplodia pinea* Desm. [Mjos et al., 2010]. Сам *L. occidentalis* недавно был непреднамеренно интродуцирован из Северной Америки в Европу и Японию, где он успешно питается более чем на 40 видах хвойных [Luchi et al., 2011; Tamburini et al., 2012]. В России этот вид был впервые обнаружен в 2009 г. [Гапон, 2012] и с тех пор расширяет свой ареал в нашей стране [Гниненко и др., 2014].

Большая группа короедов рода *Ips* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), к которой относятся важнейшие стволовые вредители сосны – стенограф *Ips sexdentatus* (Börner, 1776) и вершинный короед *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827), будут иметь меньшее значение как век-

торы распространения фузариума, как, впрочем, и других патогенных грибов, так как имаго короедов проходят дополнительное питание под корой тех же деревьев, где проходило их личиночное развитие, или на других уже в значительной степени ослабленных деревьях. Вершинный короед может атаковать отдельные ветви жизнеспособных деревьев, но всё-таки предпочитает заселять необратимо ослабленные сосны. Уже известно, что некоторые короеды, например, *Ips mexicanus* (Hopkins, 1905) и *Ips paraconfusus* Lanier, 1970, переносят *F. circinatum* [Bezoes et al., 2017]. По-видимому, стенограф и вершинный короед также потенциально могут переносить этот патоген на вновь заселяемые деревья, но такие экземпляры погибли и без помощи фузариума или иных патогенов, что в данном случае снижет негативную роль короедов как переносчиков инфекции.

Инфекционный потенциал дендроктона *Dendroctonus micans* (Kugelann, 1794) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) несколько выше, чем у других короедов, так как он может заселять разные виды хвойных деревьев различного возраста в сильно отличающихся условиях, в том числе спелые и перестойные сосны, лесные культуры, сосны на болотах и т.д. Развитие дендроктона протекает в течение 1–2 лет под корой в нижней части ствола или в районе корневой шейки. При этом маточные и личинные ходы на взрослых деревьях, как правило, занимают только часть окружности ствола. За счёт этого заселённая вредителем сосна может оставаться живой, позволяя активно развиваться инфекции и становясь её источником.

Короеды-микрографы *Pityophthorus* spp. (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), по-видимому, также могут являться очень важным вектором распространения инфекции. В Европе известно более 25 видов этого рода [Fauna Europaea, 2017]. Микрографы в качестве вторичных вредителей могут заселять кору как стволов, так и отдельных ветвей жизнеспособных деревьев. Это позволяет им успешно переносить споры грибов с уже погибших деревьев на относительно здоровые. При этом не-

которые виды, например, сосновый микрограф *P. glabratus* Eichhoff, 1878 и уссурийский сосновый микрограф *Pityophthorus pini* Kurentsov, 1941, развиваются преимущественно на сосне. В Калифорнии (США) микрографов считают основным вектором распространения фузариума [EFSA, 2010]. Возможность переноса пропагул фузариума была показана экспериментально на *Pityophthorus pubescens* (Marsham, 1802) [Bezoes et al., 2017], а также на *Pityophthorus setosus* Blackman, 1927, *Pityophthorus carmeli* Swaine, 1918 и *Pityophthorus nitidulus* (Mannerheim, 1843) [Storer et al., 2004]. К этой же группе, по-видимому, можно отнести и полиграфа *Polygraphus poligraphus* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), способного развиваться и на стволах, и на ветвях, причём не только елей, но и сосен.

#### Заключение

Приведённый обзор показывает, что в России достаточно много видов насекомых-дендрофагов, которые могут обеспечить быстрое распространение язвенного рака, вызванного грибом *F. circinatum*. Конечно, пока совершенно не ясно, появится ли этот патоген в России, когда это может случиться и насколько этот гриб окажется конкурентоспособным относительно нативных видов фитопатогенных грибов, занимающих сходные экологические ниши в условиях отдельных регионов России. Можно предположить, что наиболее благоприятным районом его распространения будут питомники и саженцы сосны, расположенные в прибрежных и прилегающих к ним районах Чёрного моря.

#### Благодарности

Благодарим к. б. н. Д.А. Шабунину (ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства») за критические замечания по тексту рукописи, д-ра Х.Х. Диеса (Dr. J.J. Diez) и д-ра П. Мартинеса-Алвареса (Dr. P. Martinez-Blvarez) за разрешение использовать фотографии (рис. 1 и 2, соответственно) и анонимных рецензентов

за критические, но полезные замечания. Работа частично поддержана грантами Российского фонда фундаментальных исследований № 17-04-01486 (Д.Л. Мусолин) и EU COST Actions FP 1406 PINESTRENGTH (Pine pitch canker – strategies for management of *Gibberella circinata* in greenhouses and forests) и FP1401 Global Warning (A global network of nurseries as early warning system against alien tree pests).

### Литература

- Варенцова Е.Ю., Седихин Н.В., Селиховкин А.В. Раневой рак ели и особенности его развития // В сб.: Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы второй международной научно-технической конференции. Т. 2 / Под ред. В.М. Гедьо. СПб.: СПбГЛТУ, 2017. С. 115–118.
- Гапон Д.А. Первые находки североамериканского клопа *Leptoglossus occidentalis* Heid. (Heteroptera, Coreidae) на территории России и Украины, закономерности его распространения и возможности расширения ареала в Палеарктике // Энтомологическое обозрение. 2012. Т. 91. № 3. С. 559–568.
- Гниненко Ю.И., Гапон Д.А., Щуров В.И., Бондаренко А.С. Сосновый семенной клоп *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera, Coreidae) появился в России // Защита и карантин растений. 2014. № 6. С. 38–40.
- Мусолин Д.Л., Марковская С.И., Селиховкин А.В. Новый для Европы и потенциально опасный для России патоген *Fusarium circinatum*, вызывающий язвенный рак сосны // Защита и карантин растений. 2018. № 3. С. 28–30.
- Мусолин Д.Л., Селиховкин А.В., Баранчиков Ю.Н., Звягинцев В.Б., Шабунин Д.А. Меж двух огней: ясеневая изумрудная златка и халаровый некроз ясеня в Российской Федерации // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы международной научно-технической конференции. Т. 2. / Под ред. В.М. Гедьо. СПб.: СПбГЛТУ, 2016. С. 44–46.
- Поповичев Б.Г., Селиховкин А.В. Сохранение подроста на концентрированных вырубках сосновых лесов в среднем Приангарье // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение: Сб. научных трудов. Л.: ЛТА, 1985. С. 90–95.
- Селиховкин А.В., Мусолин Д.Л. Биологические инвайдеры в городской среде // Нерешённые проблемы климатологии и экологии мегаполисов: Материалы научной конференции. СПб., 2013. С. 75–79.
- Селиховкин А.В., Поповичев Б.Г., Лукмазова Е.А. Заболонник-пигмей *Scolytus pygmaeus* (Fabricius, 1787) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytidae) в Летнем саду Санкт-Петербурга // VIII чтения памяти О.А. Катаева. Вредители и болезни древесных растений: Материалы международной конференции / Под ред. Д.Л. Мусолина, А.В. Селиховкина. СПб.: СПбГЛТУ, 2014. С. 73.
- Селиховкин А.В., Поповичев Б.Г., Манделъштам М.Ю., Мусолин Д.Л. Современная северо-западная граница инвазионного ареала ясеневой узкотелой златки *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) в Европейской части России // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы второй международной научно-технической конференции. Т. 2 / Под ред. В.М. Гедьо. СПб.: СПбГЛТУ, 2017. С. 152–154.
- Bezós D., Martínez-Álvarez P., Diez J.J., Fernández M. The pine shoot beetle *Tomicus piniperda* as a plausible vector of *Fusarium circinatum* in northern Spain // Annals of Forest Science. 2015. Vol. 72. P. 1079–1088.
- Bezós D., Martínez-Álvarez P., Fernández M., Diez, J.J. Epidemiology and management of pine pitch canker disease in Europe – a review // Baltic Forestry. 2017. Vol. 23. No. 1. P. 279–293.
- Brockerhoff E.G., Dick M., Ganley R., Roques A., Storer A.J. Role of insect vectors in epidemiology and invasion risk of *Fusarium circinatum*, and risk assessment of biological control of invasive *Pinus contorta* // Biological Invasions. 2016. Vol. 18. P. 1177–1190.
- Climate-data. 2018. // (<https://ru.climate-data.org/>). Проверено 28.04.2018.
- Dwinell L.D., Barrows-Broadus J., Kuhlman E.G. Pitch canker: a disease complex of southern pines // Plant Disease. 1985. Vol. 69. P. 270–276.
- EFSA (European Food Safety Authority). Risk assessment of *Gibberella circinata* for the EU territory and identification and evaluation of risk management options // EPJA Journal. 2010. Vol. 8. No. 6. 1620 (93 p.).
- Fauna Europaea – all European animal species on the web. 2017. // (<http://www.fauna-eu.org/>). Проверено 30.08.2017.
- Gordon T.R., Storer A.J., Wood D.L. The pitch canker epidemic in California // Plant Disease. 2001. Vol. 85. P. 1128–1139.
- Hodge G.R., Dvorak W.S. Differential responses of Central American and Mexican pine species and *Pinus radiata* to infection by the pitch canker fungus // New Forests. 2000. Vol. 19. P. 241–258.
- Kottek M., Grieser J., Beck C., Bruno R.B., Rubel F. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated // Meteorologische Zeitschrift. 2006. Vol. 15. No. 3. P. 259–263.
- Luchi N., Mancini V., Feducci M., Santini A., Capretti P. Transmission of *Diplodia pinea* via the new invasive insect *Leptoglossus occidentalis* // In: Global Change and Forest Diseases: New Threats, New Strategies / Ed. by J.J. Diez, P. Martínez-Álvarez and C. Romeralo. IUFRO Working party 7.02.02 (Foliage, shoot and stem diseases of forest trees). IUFRO, 2011. P. 39.
- Mjos A.T., Nielsen T.R., Odegaard F. The Western conifer seed bug (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910) (Hemiptera, Coreidae) found in SW Norway //

- Norwegian Journal of Entomology. 2010. Vol. 57. P. 20–22.
- Musolin D.L., Selikhovkin A.V., Shabunin D.A., Zviagintsev V.B., Baranchikov Yu.N. Between Ash dieback and Emerald ash borer: Two Asian invaders in Russia and the future of ash in Europe. *Baltic Forestry*. 2017. Vol. 23. No. 1. P. 309–315.
- Peverieri G.S., Capretti P., Tiberi R. Associations between *Tomicus destruens* and *Leptographium* spp. in *Pinus pinea* and *P. pinaster* stands in Tuscany, central Italy // *Forest Pathology*. 2006. Vol. 36. P. 14–20.
- Romyn P., Iturrondobeitia J.C., Gibson K., Lindgren B.S., Goldarazena A. Quantitative association of bark beetles with pitch canker fungus and effects of verbenone on their semiochemical communication in Monterey pine forests in northern Spain // *Environmental Entomology*. 2007. Vol. 36. P. 743–750.
- Storer A.J., Wood D.L., Gordon T.R. Twig beetles, *Pityophthorus* spp. (Coleoptera: Scolytidae), as vectors of the pitch canker pathogen in California // *The Canadian Entomologist*. 2004. Vol. 136. P. 685–693.
- Tamburini M., Maresi G., Salvadori C., Battisti A., Zottele F., Pedrazzo F. Adaptation of the invasive western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* to Trentino, an alpine region (Italy) // *Bulletin of Insectology*. 2012. Vol. 65. No. 2. P. 161–170.

## PHYTOPATHOGENIC FUNGUS *FUSARIUM CIRCINATUM* AND POSSIBILITIES OF ITS SPREADING IN RUSSIA BY INSECTS

© 2018 Selikhovkin A.V.<sup>a, b, \*</sup>, Markovskaja S.<sup>c, \*\*</sup>, Vasaitis R.<sup>d, \*\*\*</sup>,  
Martynov A.N.<sup>a, \*\*\*\*</sup>, Musolin D.L.<sup>a, \*\*\*\*\*</sup>

<sup>a</sup> Saint Petersburg State Forest Technical University, Saint Petersburg, 194021;

<sup>b</sup> Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, 199034;

<sup>c</sup> Nature Research Centre, Vilnius, Lithuania, LT-08412;

<sup>d</sup> Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, SE-75007;

e-mail: \* [a.selikhovkin@mail.ru](mailto:a.selikhovkin@mail.ru); \*\* [svetlana.markovskaja@gamtc.lt](mailto:svetlana.markovskaja@gamtc.lt);

\*\*\* [rimvys.vasaitis@slu.se](mailto:rimvys.vasaitis@slu.se); \*\*\*\* [forestry@spbftu.ru](mailto:forestry@spbftu.ru); \*\*\*\*\* [musolin@gmail.com](mailto:musolin@gmail.com)

The emergence in Europe of a relatively new agent causing pitch cancer of pine *Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnell (teleomorpha *Gibberella circinata*) is an alarming signal for Russia. In a brief overview we shortly analyze biology of *F. circinatum* and vectors of its spreading. Open wounds on the bark of branches and trunks of pines are the gates of infection for *F. circinatum*. The phytopathogen can get into these wounds with droplets of moisture or by air. The infection results in formation of cankers on the trunk and branches, intense resin bleeding and death of the branches. In Russia, this pathogen can emerge and spread in nurseries and among planted pines on the coast of the Black Sea (most likely towards the south-east of Krasnodar). However, it is so far unclear to what extent the local climatic conditions will be suitable for the fungus and whether the species will be competitive enough in a new environment. Insects associated with pines are among the most important factors of *F. circinatum* spreading. They can directly carry the propagules of the fungus (thus acting as vectors of the pathogen) or cause damage to shoots, branches and trunks of pines, thus creating the gates of infection. After completing its development on a tree infected by this fungus, the adult insect flies to another, possibly healthy tree, carrying the stuck fungus spores on its surface and leaving them on a new tree. In the paper, we briefly review the insects associated with pines (*Pinus*) and discuss their possible role as vectors of *F. circinatum*. It is shown that in Russia, there are many insects that can ensure rapid spreading of the pitch cancer caused by *F. circinatum* if this fungal phytopathogen arrives to Russia.

**Key words:** pitch cancer of pines, *Fusarium circinatum*, *Gibberella circinata*, pathogen, pine, insects, infection, invasion



УДК 551.46.072:51

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭКОСИСТЕМЫ ШЕЛЬФА СЕВЕРНОГО КАСПИЯ В УСЛОВИЯХ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

© 2018 Соловьёва Н.В.\*, Шиганова Т.А.\*\*\*, Лобковский Л.И.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва 117997;  
e-mail: \* [solocceanic@yandex.ru](mailto:solocceanic@yandex.ru), \*\* [shiganov@ocean.ru](mailto:shiganov@ocean.ru)

Поступила в редакцию 23.03.2018

В работе представлен расчёт изменения состояния экосистемы шельфа в условиях биологического загрязнения на основе математической модели годового цикла её основных параметров. В качестве примера выбран район Северного Каспия, в качестве биологического загрязнения – воздействие чужеродных для экосистемы видов на примере вселенца гребневика *Mnemiopsis leidyi*. С помощью математической модели экосистемы шельфа на фоне рассчитанного ранее годового цикла основных пелагических параметров экосистемы была проведена декомпозиция модели с учётом нового блока, отвечающего за функционирование вселенца – гребневика. Расчёты для трёх заданных вариантов внешних условий показали работоспособность модели для решения задач перестройки структуры экосистемы и прогноза последствий присутствия агрессивного вселенца.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, экосистема, шельф, биологическое загрязнение, вселенец-гребневик.

## Введение

В последние десятилетия в связи с быстрой и резкой сменой состояния шельфовых акваторий, подверженных антропогенным воздействиям, выделилась проблема перестройки трофической структуры экосистем, обусловленная вселением и функционированием чужеродных видов. Такие процессы инвазии происходят как во внутренних морях (Чёрное, Азовское, Каспийское [Шиганова и др., 2001; Умербаева и др., 2012]), так и в Арктических акваториях [Матишов и др., 2011] и в других районах Мирового океана, что приводит к сокращению биоразнообразия, нарушению устойчивости экосистем и истощению пищевых ресурсов водоёма. При рассмотрении вселенцев в качестве биологического загрязнения особое значение приобретает прогноз состояния шельфовых экосистем и оценка экологического риска в их присутствии [Соловьёва, Лобковский, 2015]. Исследование этой проблемы необходимо проводить всеми известными методами, включая полевые

и дистанционные наблюдения, а также математическое моделирование на основе экосистемного подхода [Беляев, Кондуфорова (Соловьёва), 1990; Лобковский, Соловьёва, 2008; Соловьёва, 2016].

В настоящей работе с помощью математической модели исследовалось состояние экосистемы Северного Каспия при условии вселения и функционирования в ней гребневика *Mnemiopsis leidyi*. В связи с важностью этого региона Каспия, особенно для России, были проведены специальные модельные расчёты по влиянию загрязнений, поступающих из рек, и воздействию вселенца гребневика *Mnemiopsis leidyi* на экосистему Северного Каспия.

Гребневик *Mnemiopsis leidyi* был впервые обнаружен в Среднем Каспии в ноябре 1999 г. [Шиганова и др., 2001]. Позже с помощью генетического анализа установлено, что он был занесён из Чёрного моря, а в Чёрное

море – из прибрежных вод Флориды с балластными водами нефтеналивных танкеров, курсирующих через Волго-Донской канал [Ghabooli, Shiganova et al., 2010].

Наблюдаемый ежегодный занос мнемипсиса из Южного через Средний в Северный Каспий и колоссальное возрастание биомассы и численности гребневика в нём в летне-осенний период затрагивают все трофические уровни от продуцентов до консументов, оказывая в конечном счёте негативное влияние на состояние биоресурсов моря. Отмечено, что с развитием и увеличением биомассы гребневика произошло изменение численности и биомассы фитопланктона, резкое уменьшение численности и биомассы зоопланктона, сокращение их видового разнообразия, снижение численности анчоусовидной и большеглазой кильки и других рыб планктофагов, и, как следствие, сокращение запасов ценных осетровых видов рыб [Шиганова и др., 2003; Shiganova et al., 2004]. Развитие гребневика сопровождается воздействием не только на биоту моря, но также и на абиотические процессы: например, увеличивается скорость трансформации биогенных веществ в водоёме и их содержание. Учтёно множество процессов различного генезиса и большое количество параметров экосистемы помог опыт предыдущих исследований с помощью математической модели экосистем Чёрного и Каспийского морей [Беляев, Кондуфорова (Соловьёва), 1990; Соловьёва, 2016; Лобковский, Соловьёва, 2008; Соловьёва, Лобковский, 2008а, 2008б; Соловьёва, Лобковский, 2015].

## Материал и методы

### Район работ

Северный Каспий по географическому положению, морфологии, конфигурации дна, солевому и температурному режимам, водному балансу и биологической продуктивности резко отличается от других частей моря. Являясь мелководным районом, он содержит немногим более 1% общего объёма воды, но его суммарный годовой сток рек составляет более

88% всего стока речных вод в Каспии [Умербаева и др., 2012]. Более 80% биогенного и органического вещества поступает в его северную часть со стоком Волги. Рыбопродуктивность Северного Каспия в 15 раз выше, чем в других районах моря, а рыбные уловы составляют 80–90% от уловов всего Каспия [Иванов, Сокольский, 2000].

## Материал

Для математического моделирования состояния основных параметров экосистемы Северного Каспия, проведения численных экспериментов, анализа полученных результатов использовались данные полевых наблюдений и их анализ Шигановой и др. [2003], Shiganova et al. [2004], Ивановым и Сокольским [2000], Умербаевой и др. [2012].

## Методы

Получить достаточно достоверный прогноз последствий биологических загрязнений для состояния экологической системы шельфа Каспия по отдельным её компонентам довольно затруднительно. Необходимо рассматривать экосистему и её реакцию на появление чужеродных видов в целом. В качестве инструмента исследований была использована модель экосистемы шельфа [Беляев, Кондуфорова (Соловьёва), 1990], имеющая блочную трёхуровневую структуру. На первом уровне моделирования учитываются отдельные процессы. Чаще всего они устанавливаются эмпирически. Это выражения для законов гидромеханики, оптики, термодинамики, закономерности химических процессов, фотосинтеза, изменение биомассы организмов. Взаимодействие процессов представлено моделями второго уровня: гидротермодинамический блок (ГТД), гидробиологический блок (ГБ) и гидрохимический блок (ГХ). Возможность моделировать экологические процессы появляется только с помощью модели третьего уровня, которая объединяет модели второго уровня в замкнутую систему. Реальный объект описывается моделью не одного какого-либо уровня, а иерархической последовательностью моделей,

описывающих реальную систему с возрастающей степенью приближения к её свойствам [Беляев, Кондуфорова (Соловьёва), 1990].

На первом этапе для решения задачи прогнозирования последствий вселения чужеродных видов проводилось моделирование основных агрегированных параметров экосистемы, характерных для шельфовых вод Северного Каспия. В качестве таких параметров были использованы биомассы фитопланктона  $U_1$ , зоопланктона  $U_3$ , водорослей макрофитов  $U_2$ , рыб  $U_7$ , концентрации биогенных элементов – соединений азота  $U_4$  и фосфора  $U_5$ , концентрации взвешенного и растворённого органического вещества  $U_6$ . Постановка задачи моделирования экологической системы шельфа была дана в работе [Беляев, Кондуфорова (Соловьёва), 1990]. По адаптированной для Северного Каспия модели проводились расчёты для всех семи компонент модели экосистемы [Соловьёва, Лобковский, 2008б; Соловьёва, 2016]. В настоящей работе проведена декомпозиция модели. В неё был включён блок хищного зоопланктона  $U_8$ , что имитирует присутствие в экосистеме гребневика *Mnemiopsis leidy*. На фоне годовой динамики всех семи основных параметров экосистемы была рассчитана годовая динамика биомассы гребневика  $U_8$ .

Биологическими процессами, учитываемыми в модели экосистемы шельфа, являются процессы трансформации веществ при прохождении ими трофических уровней. Обычно во всех работах, посвящённых динамике биомассы биологических видов, последняя обычно описывается дифференциальными уравнениями 1-го порядка, правая часть которого состоит из членов, относящихся к процессам ассимиляции, дыхания, отмирания и выедания консументами более высоких трофических уровней [Беляев, Кондуфорова (Соловьёва), 1990]:

$$\frac{dU_i}{dt} = \sum_{k=1}^8 a_{ik} u_k + F_i \quad (1)$$

где первое слагаемое справа обусловлено внутренними взаимодействиями в системе,  $a_{ik}$  – коэффициенты, отвечающие за эти взаимодействия,  $u_k$  и  $U_i$  – основные компоненты экосис-

темы, а  $F_i$  – обусловлено влиянием внешних границ. При этом основной зависимостью, включаемой в модель при учёте этих процессов, является зависимость скорости образования вещества соответствующей компоненты  $V_i$  от влияющих на неё факторов [Беляев, Кондуфорова, 1990]:  $V_i = V_i(X_1, \dots, X_n, T, L)$ , где  $X_j$  – концентрация  $j$ -го вещества;  $T$  – температура;  $L$  – освещённость водной среды. Если вклад факторов можно считать аддитивным, выражение для  $V_i$  представляется в виде

$$V_i = \sum_j V_{ij}(X_j, T, L)$$

Для фитопланктона (первое слагаемое уравнения (1)) учитывается следующий коэффициент [Беляев, Кондуфорова (Соловьёва), 1990; Соловьёва, 2016]:

$$a_{11} = P_1 + M_{61} - E_1(T) \quad (2)$$

$P_1$  – скорость фотосинтеза фитопланктона, определяемая по принципу Либиха:

$P_1 = \min(P_{10}, P_{14}, P_{15})$ , где  $P_{10}$  –  $P_{14}$ ,  $P_{15}$  – скорости фотосинтеза, лимитируемые соответственно освещённостью солнечным светом, концентрациями биогенных соединений азота и фосфора. В экспериментах обычно устанавливается число делений клеток фитопланктона в сутки, то есть константа деления клеток –  $k_{ij}$ , где  $j = 0, 4, 5$  относятся к случаям, когда в роли лимитирующих факторов выступают по отдельности свет, азот или фосфор. Величины  $P_{ij}$  могут быть выражены через кон-

станты деления:  $P_{ij} = \frac{\ln 2}{t_c} k_{ij}$

где  $t_c$  – время, равное суткам.  $M_{61}$  – отвечает за увеличение биомассы фитопланктона за счёт поглощения растворённого органического вещества;  $E_1(T)$  – смертность, не связанная с хищниками.

В качестве исходных соотношений для константы  $k_{ij}$  используем результаты работы [Беляев, Кондуфорова (Соловьёва), 1990]. Константа деления клеток, в зависимости от освещённости, описывается соотношением:

$$k_{11} = k_{1M} (1 - e^{-\gamma L}), \quad (3)$$

где  $L$  – доля освещённости, относящаяся к

фотосинтетически активной радиации (ФАР), которая в реальном водоёме изменяется с глубиной,  $\gamma$  – коэффициент, связанный с освещённостью,  $k_{1M}$  – максимальное значение скорости деления.

Константа делений клеток фитопланктона при лимитировании фотосинтеза соединениями азота ( $k_{14}$ ) и фосфора ( $k_{15}$ ) была аппроксимирована выражениями [Беляев, Кондуфорова (Соловьёва), 1990]:

$$k_{14} = \frac{k_{4M}U_4}{N_M + U_4}, \quad k_{15} = k_5^0 + \frac{(k_{5M} - k_5^0)U_5}{P_M + U_5} \quad (4),$$

где  $k_{4M} = k_{5M} = const$  значения скорости деления;  $N_M, P_M$  – константы,  $k_5^0$  – скорость деления клеток фитопланктона, не равная нулю при нулевой концентрации фосфора в среде. Указанные здесь и далее константы приведены в работе [Беляев, Кондуфорова (Соловьёва), 1990]. Серии численных экспериментов по исследованию вариаций экологических параметров в диапазонах их значений от 1 до 7 были проведены с константами  $k_{1M}, k_{4M}, k_{5M}$ , и представлены в работе [Соловьёва, Лобковский, 2008б].

Для агрегированных компонент модели зоопланктона  $U_3$  и гребневика  $U_8$  введено следующее обозначение  $\kappa_{ij}$  – усвояемость  $i$ -й компоненты потребляющей её  $j$ -й компонентой. Тогда коэффициенты уравнения для  $U_3$  и  $U_8$  в (1) имеют вид:

$$\begin{aligned} a_{13} &= \kappa_{13}M_{13}; & a_{63} &= \kappa_{63}M_{63}; & a_{68} &= \kappa_{68}M_{68}; \\ a_{38} &= -(1 - \kappa_{38})M_{38} - E_3(T) \end{aligned} \quad (5)$$

где  $a_{13}$  – характеризует прирост биомассы  $U_3$  за счёт потребления фитопланктона;  $a_{63}$  и  $a_{68}$  – обусловлены потреблением и усвоением неживого органического вещества;  $a_{38}$  – определяет убыль биомассы зоопланктона за счёт потребления его гребневиком и естественной смертностью, не связанной с хищниками.

Величина  $F_i$  в уравнении (1) для всех переносимых течением компонент определяется на основе расчёта водообмена на границах области [Иванов, Сокольский, 2000]. Пусть величина  $Q$  – суммарный поток втекающих глубин-

ных вод из Среднего Каспия,  $Q_2$  – поток втекающих поверхностных вод,  $Q_1$  – суммарный поток вытекающих вод,  $W$  – поток волжских вод, а  $V$  – общий объём вод Северного Каспия. Тогда имеем

$$VF_i = Q_2U_{is} + QU_{ib} + WU_{id} - Q_1U_i \quad (6),$$

где  $U_{is}$  – концентрация  $i$ -й компоненты в поверхностных водах Среднего Каспия;  $U_{ib}$  – в глубинных водах Среднего Каспия;  $U_{id}$  – в водах Волги. Из соотношения баланса вод

$Q_1 = Q_2 + Q + W$  следует  $Q_2 + Q_1 - Q = W$ . С учётом этого в выражении (6) получаем:

$$F_i = \frac{Q_1}{V}(U_{is} - U_i) + \frac{Q}{V}(U_{ib} - U_{is}) + \frac{W}{V}(U_{id} - U_{is}) \quad (7).$$

Потоки в модели задавались на основе обобщённых данных наблюдений и модельных оценок [Иванов, Сокольский, 2000; Лобковский, Соловьёва, 2008; Соловьёва, Лобковский, 2008б; Соловьёва, 2016]. Система обыкновенных дифференциальных уравнений (1) с сильной нелинейностью в правой части, описывающая существующие связи между основными компонентами экосистемы Северного Каспия, решалась методом Рунге-Кутты второго порядка точности с шагом по времени 2 часа.

Расчёт годового цикла всех семи основных компонент экосистемы без учёта хищного зоопланктона приведён в предыдущих работах [Лобковский, Соловьёва, 2008; Соловьёва, Лобковский, 2008а, 2008б; Соловьёва, 2016]. В настоящей статье представлены модельные расчёты с учётом гребневика для трёх вариантов задания внешних условий. 1. В нормальных естественных условиях без учёта аварийных антропогенных воздействий. 2. В «тяжёлых» естественных условиях: при пониженной освещённости и недостатке биогенных веществ. 3. В «тяжёлых» естественных условиях и осуществлении аварийного сброса загрязняющих веществ во время начала весенней вспышки фитопланктона.

В последнем случае для выражений (5) дополнительно принималась экспоненциальная зависимость смертности зоопланктона  $E_3(T, \kappa, t)$  от степени токсичности  $\kappa$ , количества загрязняющего вещества  $t$  (в относительных единицах) и температуры  $T$ :

$$E_3(T, \chi, t) = E_{3min} (1 + \lambda \chi) E_{3min} \exp[A_{Ci}(T - T_{min})] \quad (8).$$

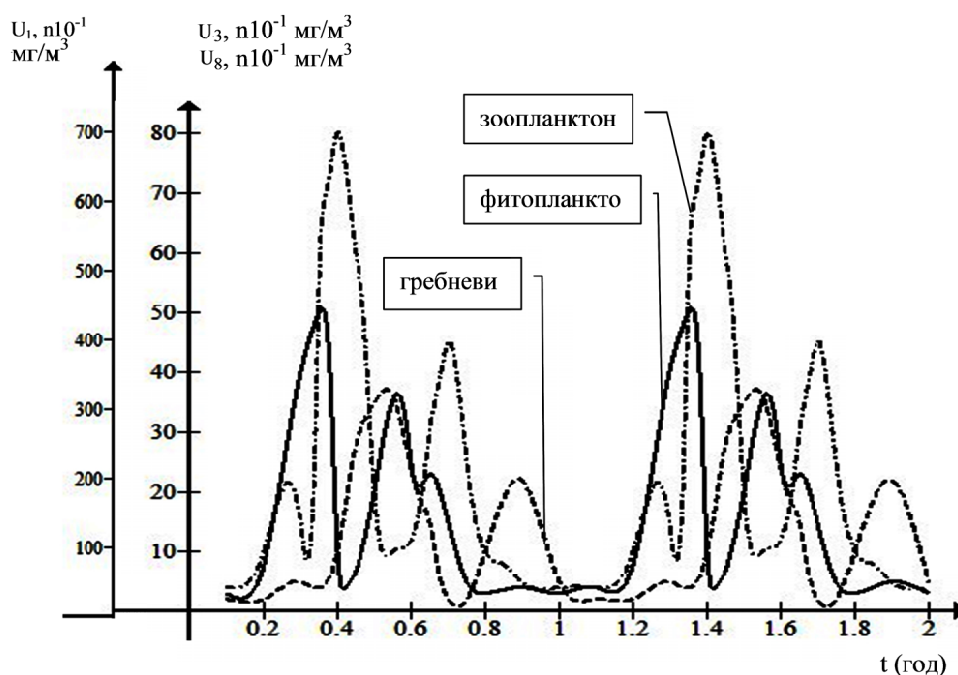
где  $E_{3min}$  – значение смертности зоопланктона при минимальной температуре.  $A_{Ci}$  – константа, определённая из условия  $E_3 = E_{3max}$  при  $T = T_{max}$ , где  $T_{max}$  – максимальная температура воды;  $t$  – время.

Серии численных экспериментов с моделью для вариантов 1–3 проводились с целью выявить работоспособность модели, её адекватность реальному объекту и возможность прогнозировать с её помощью последствия вселиения в экосистему чужеродных видов. В модель входит большое количество коэффициентов, изменение каждого из которых отражается на результатах моделирования. Численные эксперименты помогли выявить коэффициенты, к которым модель наиболее чувствительна. Значимыми из них оказались: максимальные скорости деления клеток фитопланктона, константа освещённости на поверхности водоёма, показатель вертикального ослабления облучённости, коэффициент смертности, не связанной с хищниками [Соловьёва, Лобковский, 2008а, 2008б].

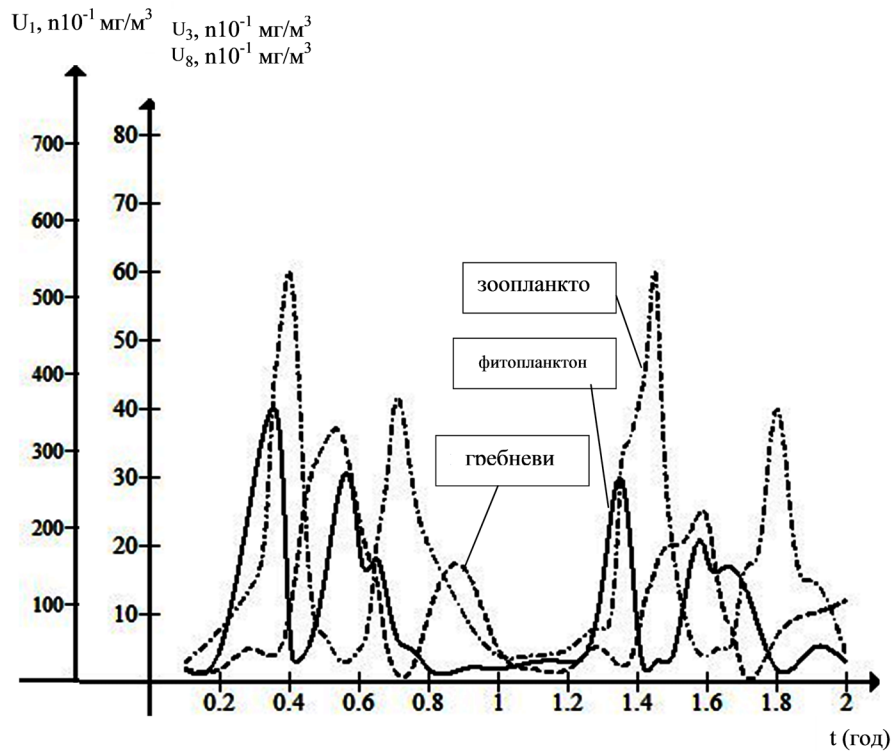
Заметим, что пространственно-однородная модель (бокс-модель) основных агрегированных компонент экосистемы является самостоятельным идеализированным объектом, которому приписаны свойства, отвечающие характерным свойствам реальной неоднородной по пространству и сложной по составу экосистемы Северного Каспия. Исследование пространственно-однородной модели, основанное на численных экспериментах с последующим сравнением с натурными данными, даёт возможность ответить на вопрос, какие из свойств реальной системы присущи пространственно-однородной системе, а какие обусловлены неоднородностью её свойств в пространстве.

### Результаты

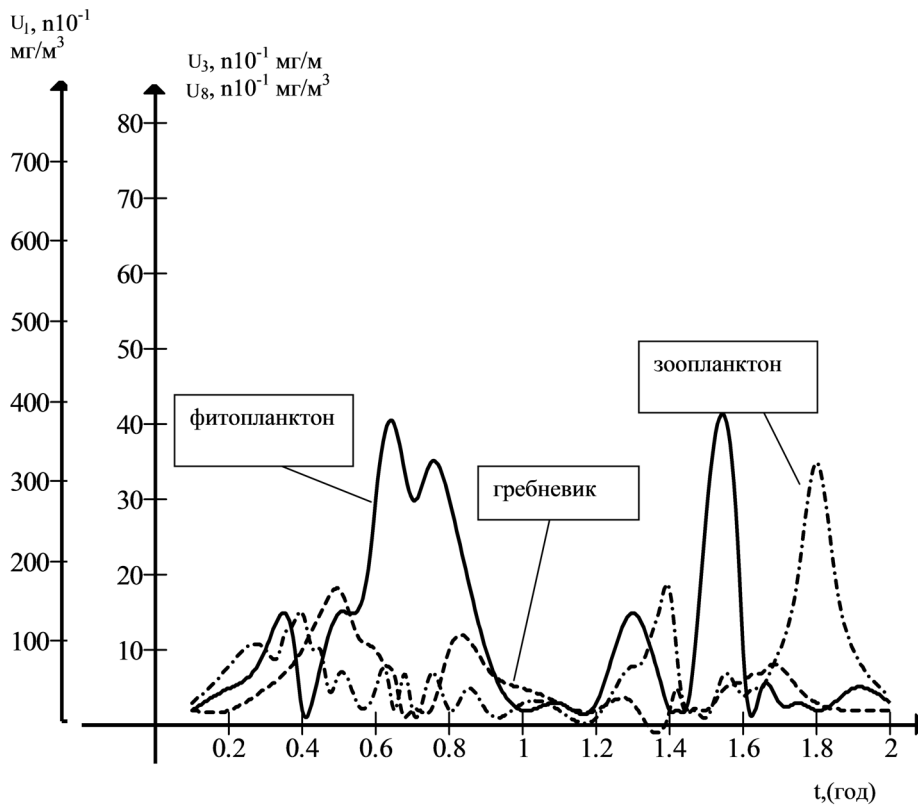
На рисунках 1–3 представлены результаты модельного расчёта годового цикла фитопланктона, растительноядного зоопланктона, и хищного зоопланктона – гребневика, которые показали для биомассы фитопланктона три характерных максимума – весенний, летний и небольшой осенний. Для первого варианта численных экспериментов при нормальных



**Рис. 1.** Модельный расчёт значений годового хода биомасс фитопланктона  $U_1$  (—), зоопланктона  $U_3$  (- · - ·) и гребневика  $U_8$  (- - -) в  $\text{мг}/\text{м}^3$  при нормальных естественных условиях.



**Рис. 2.** Модельный расчёт значений годового хода биомасс фитопланктона  $U_1$  (—), зоопланктона  $U_3$  (- · - ·) и гребневика  $U_8$  (- - -) в  $\text{мг}/\text{м}^3$  в неблагоприятных естественных условиях: при пониженной освещённости и недостатке биогенных веществ.



**Рис. 3.** Модельный расчёт значений годового хода биомасс фитопланктона  $U_1$  (—), зоопланктона  $U_3$  (- · - ·) и гребневика  $U_8$  (- - -) в  $\text{мг}/\text{м}^3$  при неблагоприятных естественных условиях и осуществлении аварийного сброса загрязняющих веществ во время начала весенней вспышки фитопланктона.



естественных условиях рассчитанные максимумы повторяются и на второй год расчёта. Весенний максимум биомассы фитопланктона приходится на начало биологической весны – апрель. В этот период при температуре воды 1–25 °С наблюдается интенсивное развитие фитопланктона с преобладанием диатомовых и зелёных водорослей. Росту биомассы фитопланктона благоприятствует отсутствие активного выедания водорослей зоопланктоном.

По данным натурных наблюдений, величина суммарной биомассы фитопланктона в апреле может достигать 2.5–3 г/м<sup>3</sup> [Иванов, Сокольский, 2000]. Для диатомовых, доля которых преобладает в суммарной биомассе, это значение составляет до 2 г/м<sup>3</sup>.

Наибольшие значения биомассы фитопланктона наблюдаются в летний период. Осенью такое увеличение незначительно и наблюдалось не всегда. Так, в 2009 г. биомасса осенью была ниже летней в среднем в 1.8 раза [Салманов, 1999]. В разные годы средние величины биомассы водорослей изменялись в пределах 1.74–5.24 мг/м<sup>3</sup> (летом) и 2.02–4.68 мг/м<sup>3</sup> (осенью) [Салманов, 1999]. Наблюдения 2002–2010 гг. и последующих лет выявили широ-

кий диапазон количественных показателей весеннего развития фитопланктона на акватории Северного Каспия. По результатам наблюдений в августе 2002 г. (рис. 4), суммарная биомасса фитопланктона колебалась от 79.9 до 280.7 мг/м<sup>3</sup>, цианобактерий – от 30.7 до 208.2 мг/м<sup>3</sup>, диатомовых – от 6.2 до 46 мг/м<sup>3</sup>, зелёных – от 0.33 до 52.4 мг/м<sup>3</sup>. Средняя биомасса по всему району составляла 180±73 мг/м<sup>3</sup>, численность составляла 195590±114070 кл./л, что характерно для нижнего предела мезотрофных вод [Shiganova et al., 2004]. Однако реальная биомасса и численность фитопланктона, вероятно, была на 20–30% выше, за счёт неучтённых фракций: пикопланктона (< 2 мкм) и мелких фитофлагеллят (4–8 мкм).

В разные годы средние величины биомассы фитопланктона изменялись в пределах 1.5–5.5 мг/м<sup>3</sup> [Салманов, 1999]. Вселение гребневика, потребляющего зоопланктон, снизил пресс на фитопланктон, количественные показатели которого возросли в последнее десятилетие [Shiganova et al., 2004]. Модельный расчёт показал максимальное значение биомассы агрегированного фитопланктона 3–5 г/м<sup>3</sup> (рис. 1, первый и второй максимумы значений биомассы).

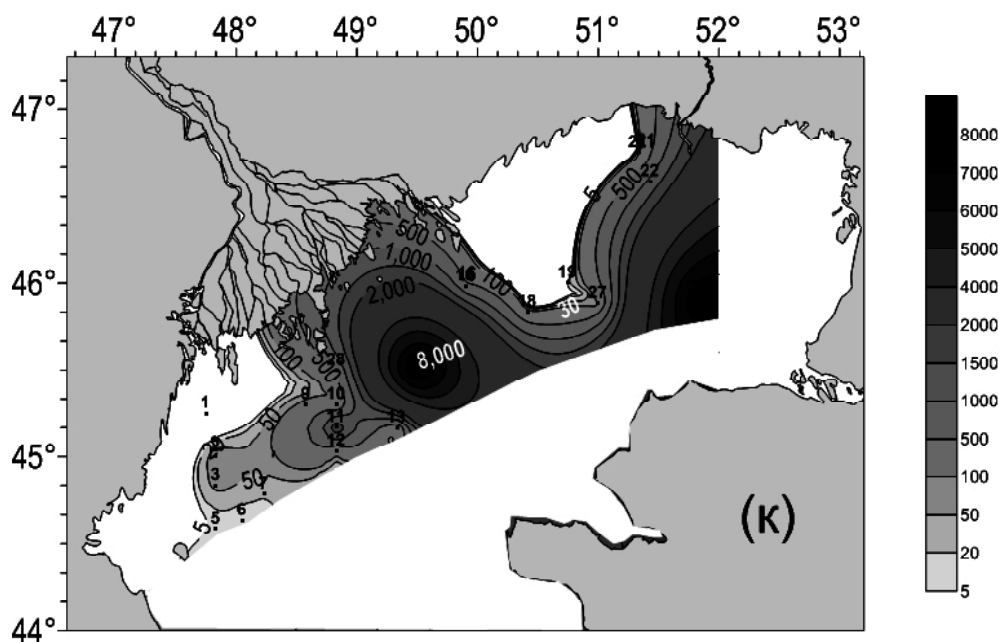


Рис. 4. Распределение биомассы фитопланктона (мг/м<sup>3</sup>) по данным полевых наблюдений в августе 2002 г.

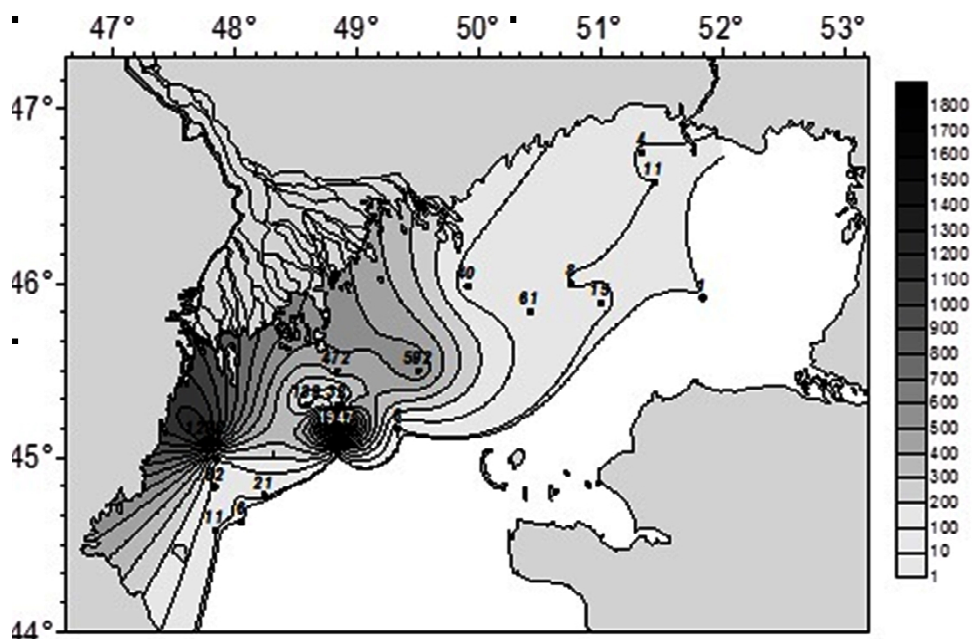


Конец биологической весны приходится на июнь, обусловленный изменением видового состава фитопланктона. Суммарная биомасса по наблюдениям снижается до  $1.2\text{--}2\text{ г/м}^3$  [Иванов, Сокольский, 2000]. Модельный расчёт также выявил падение значений биомассы фитопланктона в период между весной и летом (рис. 1, первый минимум). Летний максимум биомассы фитопланктона, рассчитанный по модели, дал более низкие значения (рис. 1, второй максимум). С характерным для осени снижением температуры происходит снижение биомассы фитопланктона, составляющее по многолетним данным полевых наблюдений в октябре от  $1\text{--}2\text{ г/м}^3$  [Иванов, Сокольский, 2000] до  $2\text{--}3\text{ мг/м}^3$  [Салманов, 1999]. Осенний максимум биомассы фитопланктона, по наблюдениям, меньше летнего в 2–3 раза. Рассчитанное по модели для октября значение биомассы фитопланктона  $0.8\text{--}1\text{ г/м}^3$  согласуется с данными наблюдений с хорошей точностью (рис. 1). Такой результат расчёта отражает правильно выбранный в модели временной диапазон изменения доминирующих видов планктона – теплолюбивых и холодолюбивых.

Сезонное увеличение биомассы зоопланктона следует за сезонным пиком биомассы

фитопланктона с запаздыванием по времени, что отражает трофическую связь между данными компонентами (рис. 1). Расчёт дал два максимума зоопланктона: весенний с максимальной биомассой  $800\text{ мг/м}^3$  и летне-осенний – до  $500\text{ мг/м}^3$ . По наблюдениям, количественные характеристики развития зоопланктона варьировали в широком диапазоне величин: средняя численность зоопланктона в летний период 2005–2010 гг. колебалась от 110 до 800 тыс. экз./ $\text{м}^3$  и биомасса от 900 до 6000  $\text{мг/м}^3$ . Осенью эти показатели были в основном ниже летних и составляли, соответственно, 45–300 тыс. экз./ $\text{м}^3$  и 350–1900  $\text{мг/м}^3$  [Салманов, 1999]. Наблюдения показали снижение к осени численности зоопланктона в 2.5 раза, а биомассы в 3.7 раза, что свидетельствует о выедании его гребневиком [Салманов, 1999; Шиганова и др., 2003]. В августе 2002 г., по данным наблюдений, видовой состав зоопланктона, его численность и биомасса существенно различались в пределах исследованной акватории Северного Каспия (рис. 5).

Это, возможно, связано, прежде всего, с резкими изменениями гидрологических характеристик, в первую очередь солёности. В западной части района были отмечены рез-



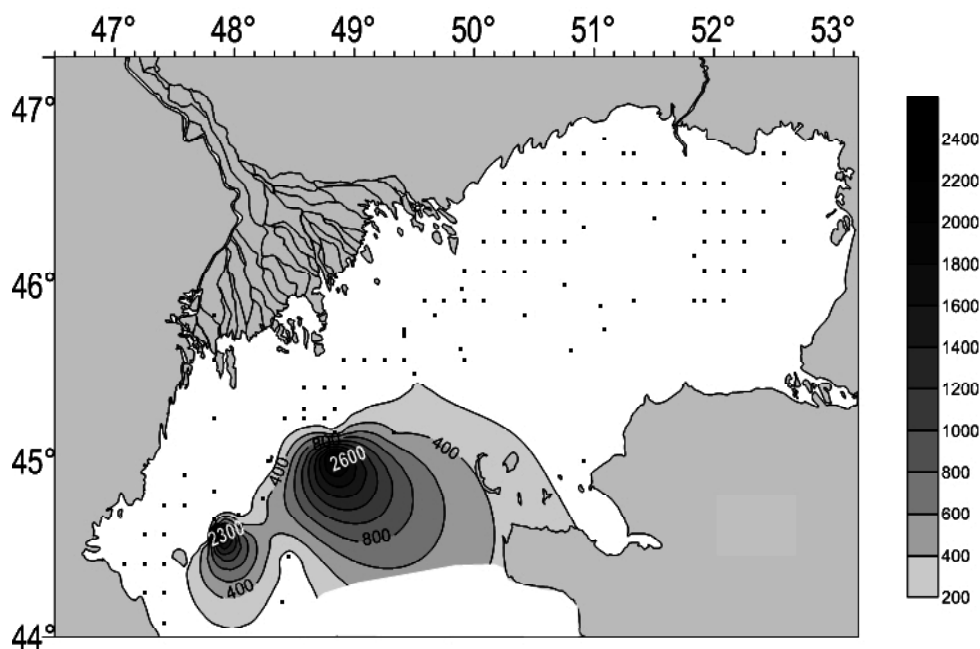
**Рис. 5.** Распределение биомассы зоопланктона ( $\text{мг/м}^3$ ) по данным полевых наблюдений в августе 2002 г. [Шиганова и др., 2003] (цифрами показаны величины биомассы на станциях).

кие изменения численности даже на близко расположенных станциях, при этом количественные показатели зоопланктона в целом были относительно высокими. В более опреснённых районах, находящихся под влиянием стока Волги, доминировали Rotifera (*Brachionus diversicornis*, *B. plicatilis* и *Asplanchna priodonta*) и Cladocera – *Bosmina longirostris* и *Podonevadna trigona*. Численность Copepoda была невысокой, среди них доминировали Cyclopoida – *Halicyclops robustus*. Численность Calanoida (*Heterocope caspia* и *Acartia tonsa*) была ниже. Меропланктон был представлен личинками *Vivalvia*, на некоторых станциях они были довольно многочисленны. Южнее, с повышением солёности, менялось соотношение доминирующих видов. Из коловраток преобладающим видом стал *Brachionus plicatilis*, а также *Keratella tropica* и *Asplanchna priodonta*. Cladocera были представлены почти исключительно *Podonevadna trigona*, у Copepoda многочисленными были все стадии, включая науплиусов *Acartia tonsa*, что свидетельствует о её размножении. Значительную часть проб со-

ставлял меропланктон, представленный, главным образом, личинками *Vivalvia*, однако в местах, где мнемииопсис был многочислен, их биомасса резко падала. На предустьевых станциях западного района численность зоопланктона изменялась от 60 740 до 397 050 экз./м<sup>3</sup>, южнее – от 19 720 до 21 400 экз./м<sup>3</sup>, на самых южных, где был встречен мнемииопсис, от 3001 до 5831 экз./м<sup>3</sup> (рис. 5) [Шиганова и др., 2003].

Максимумы биомассы гребневика следуют с запаздыванием за пиками значений биомассы зоопланктона. Расчёт показал два таких максимума – летний и осенний (рис. 1), соответствующие интенсивному развитию гребневика в Северном Каспии (рис. 6) [Шиганова и др., 2003].

Гребневик мнемииопсис был обнаружен на всех южных станциях западной части Северного Каспия при солёности ? 4.24‰ (рис. 6). На более северных станциях, где солёность была ниже, мнемииопсис не был обнаружен. Наибольшие концентрации и наибольшее количество мелких особей и личинок обнаружено при солёности более 6‰. Такое обилие



**Рис. 6.** Распределение численности мнемииопсиса (экз./м<sup>3</sup>) по данным полевых наблюдений в августе 2002 г. (цифрами показаны величины численности на станциях) [Шиганова и др., 2003].

мнемиопсиса было характерно, как правило, для самых южных станций разрезов в западной части полигона, где численность была 2260–2680 экз./м<sup>3</sup>, а биомасса – 462–464 мг/м<sup>3</sup>. Корреляция численности гребневика с солёностью была высокой ( $r=0.714$ ). Средняя суммарная численность по всему юго-западному району была 244 экз./м<sup>3</sup>, а биомасса – 68.7 мг/м<sup>3</sup>. Во всём районе исследования мелкие особи (<5 мм) и личинки составляли 64%, особи длиной от 5 до 10 мм – 22%, самые крупные (более 30 мм) составляли только 2%, размер самого крупного экземпляра был 52 мм, наибольшее количество мелких особей было встречено на самых южных станциях [Шиганова и др., 2003].

Во втором варианте численных экспериментов имитировались «тяжёлые» естественные условия: пониженная освещённость и недостаток биогенных элементов. В этом случае расчёт не выявил осеннего максимума фитопланктона на фоне общего снижения абсолютных значений биомасс фито- и зоопланктона (рис. 2). При пониженной скорости деления клеток фитопланктона расчёт по модели показал не только снижение общей биомассы фитопланктона и зоопланктона, но и уменьшение числа максимумов. Для фитопланктона рассчитаны только два максимума: весенний с максимальным значением биомассы 4000 мг/м<sup>3</sup> и летний с максимальным значением биомассы 3000 мг/м<sup>3</sup> (рис. 2). В остальном годовой ход всех трёх компонент сохранился качественно неизменным при более низких абсолютных значениях биомасс. Отметим, что высокие значения биомасс гребневика влияют не только на биологические параметры экосистемы, но и на оптические характеристики водного слоя, как в результате присутствия огромной биомассы гребневика, так и в результате выделения им слизи [Шиганова и др., 2001], которые, в свою очередь, могут быть значимы для процесса продуцирования органического вещества. Результаты моделирования состояния экосистемы при различных значениях максимальной скорости деления клеток фитопланктона были получены в предыдущих работах [Соловьёва, Лобковский, 2008б].

Третий вариант модельных экспериментов имитировал наличие антропогенного воздействия типа «аварийный сброс загрязняющих веществ» во время весеннего максимума фитопланктона в «тяжёлых» естественных условиях. Другими словами, рассматривалась наиболее неблагоприятная ситуация совместного действия негативных естественных и антропогенных условий [Соловьёва, 2018]. Расчёт показал пятикратное снижение весеннего максимума фитопланктона (рис. 3, первый максимум). Далее это воздействие распространилось на всю трофическую цепь. Рассчитанный годовой ход биомассы зоопланктона уже не имел летнего и осеннего максимумов, а весенний – был в два раза меньше по абсолютным значениям биомассы (рис. 3). В результате снижения численности зоопланктона фитопланктон дал значительную вспышку биомассы в летние месяцы, что сымитировало процесс восстановления популяции после экстремального воздействия (рис. 3, второй год расчёта).

### Заключение

По результатам многолетних наблюдений (2000–2015 гг.) установлено, что основа ареала мнемиопсиса в Каспийском море сформировалась в Южном Каспии, где, в отличие от других районов, он встречается круглый год [Шиганова и др., 2001; Shiganova et al., 2004]. Весной, с потеплением, популяция *M. leidy* увеличивается за счёт роста особей и начавшегося размножения и распространяется на север, сначала в южную часть Среднего Каспия в апреле-мае, затем в северную часть Среднего Каспия в июне-июле. В конце июля – начале августа мнемиопсис появляется в Северном Каспии, где он встречается при солёности не ниже 4‰ [Shiganova et al., 2004]. Исследования в районе обитания мнемиопсиса показали, что в результате его развития происходит значительная структурно-функциональная перестройка экосистемы, приводящая к изменению продукционно-деструкционных процессов. Мнемиопсис может жить и размножаться в местах высоких концентраций зоопланктона, что ведёт к резкому уменьшению численности, биомассы и видового разнообра-

разия кормового зоопланктона, включая и мезопланктон. Уменьшение численности зоопланктона фитофагов, в свою очередь, обуславливает увеличение количественных показателей фитопланктона, его структуры и биоразнообразия. Продукты жизнедеятельности мнемииопсиса, перерабатываемые бактериопланктоном, оказывают влияние на содержание биогенных элементов и на другие гидрохимические параметры среды. Таким образом, *M. leidy* благодаря потреблению растительноядного зоопланктона, экскреции биогенов и выделению слизи опосредованно регулирует динамику фитопланктона, хлорофилла и микроранктона в летний период.

Проведённые численные эксперименты с моделью экосистемы показывают возможность её использования для анализа состояния шельфовых акваторий в условиях появления чужеродных для данного района видов, в данном случае гребневика *Mnemiopsis leidy*. В модели учитываются компоненты экосистемы и процессы различного генезиса, поэтому результаты расчёта могут отражать не только перестройку трофической структуры биологических параметров экосистемы, но и изменения абиотических компонент – концентраций взвешенного органического вещества, оптических и акустических свойств водных слоёв. Поэтапное моделирование сложной экосистемы шельфа представляется процедурой из многих последовательных шагов, на каждом из которых сохраняется значительная неопределённость результатов моделирования. По этой причине, несмотря на количественный характер расчётов, можно говорить лишь о возможных тенденциях изменения состояния экосистемы при соответствующих вариациях управляющих воздействий. В диагностических расчётах для того, чтобы получаемые выводы были достаточно надёжными, на каждом этапе моделирования должна проводиться независимая проверка результатов расчёта по материалам натурных и дистанционных наблюдений [Лобковский, Соловьёва, 2008]. Вместе с тем, метод математического моделирования и модельные расчёты открывают возможность прогнозировать перестройку струк-

туры морских экологических систем при вселении чужеродных видов.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФАНО России (темы № 0149-2018-0033 и № 0149-2018-0015).

### Литература

- Беляев В.И., Кондуфорова (Соловьёва) Н.В. Математическое моделирование экологических систем шельфа. Киев: Наукова думка, 1990. 240 с.
- Иванов В.И., Сокольский А.Ф. Научные основы стратегии защиты биологических ресурсов Каспийского моря от нефтяного загрязнения. Астрахань: Изд-во КаспНИРХа, 2000. 181 с.
- Лобковский Л.И., Соловьёва Н.В. Моделирование годового и спектрального хода гидрооптических характеристик на основе модели экосистемы шельфа и дистанционных наблюдений // Океанология. 2008. Т. 48. № 2. С. 307–318.
- Матишов Г.Г., Моисеев Д.В., Любина О.С. и др. Гидробиологические индикаторы циклических изменений климата Западной Арктики в XX–XXI вв. // Наука Юга России. 2011. Т. 7. № 2. С. 54–68.
- Салманов М.А. Экология и биологическая продуктивность Каспийского моря. Баку, 1999. 397 с.
- Соловьёва Н.В. Исследования экологической системы шельфа Северного Каспия на основе математического моделирования // Экологические системы и приборы. 2016. № 6. С. 21–32.
- Соловьёва Н.В. Моделирование изменений трофической структуры экологической системы шельфа при смене доминирующих видов // Экологические системы и приборы. 2018. № 1. С. 41–49.
- Соловьёва Н.В., Лобковский Л.И. Анализ чувствительности модели экосистемы шельфа к вариациям её основных параметров на примере расчёта оптических характеристик Северного Каспия // Экологические системы и приборы. 2008а. № 1. С. 32–39.
- Соловьёва Н.В., Лобковский Л.И. Совместное исследование чувствительности модели экосистемы шельфа и её оптических характеристик к вариациям скорости фотосинтеза фитопланктона для калибровки модели // Экология промышленного производства. 2008б. № 2. С. 18–26.
- Соловьёва Н.В., Лобковский Л.И. Моделирование эколого-экономического риска при освоении шельфа // ДАН. 2015. Т. 464. № 3. С. 356–360.
- Умербаева Р.И., Попова Н.В., Саркисян Н.А. Характеристика планктона мелководной части Северного Каспия // Юг России: экология, развитие. 2012. № 1. С. 43–49.
- Шиганова Т.А., Камакин А.М., Жукова О.П. и др. Вселенец в Каспийское море – гребневик *Mnemiopsis* и первые результаты его воздействия на пелагическую экосистему // Океанология. 2001. Т. 41. №4. С. 542–549.

Шиганова Т.А., Сапожников В.В., Мусаева Э.И., Доманов М.М., Булгакова Ю.В., Белов А.А., Зазуля Н.И., Зернова В.В., Кулешова А.Ф., Сокольский А.Ф., Имирбаева Р.И., Микуиза А.С. Условия, определяющие распределение гребневика *Mnemiopsis leidyi* и его влияние на экосистему Северного Каспия // Океанология. 2003. Т. 43. № 5. С. 716–733.

Ghabooli S., Shiganova T.A., Zhan A., Cristescu M., Eghtesadi-Araghi P., MacIsaac H. Multiple introductions and invasion pathways for the invasive ctenophore

*Mnemiopsis leidyi* in Eurasia // Biological Invasions. 2010. Doi: 10.1007/s10530-010-9859-8.

Shiganova T.A., Dumont H., Sokolsky A.F., Kamakin A.M., Tinenkova D., Kurasheva E.K. Population dynamics of *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea, and effects on the Caspian ecosystem // The Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Black, Caspian and Mediterranean Seas and other aquatic invasions / Eds. H. Dumont, T. Shiganova, U. Niermann– NATO ASI Series. Vol. 35. 2. Environment. Dordrecht; Boston; London: Kluwer Academic Publishers, 2004. P. 71–111.

## MATHEMATICAL MODELING OF THE MAIN PARAMETERS OF THE NORTH CASPIAN SHELF ECOSYSTEM UNDER IMPACT OF BIOLOGICAL POLLUTION

© 2018 Solovjova N.V.\*, Shiganova T.A.\*\*, Lobkovsky L.I.

P.P. Shirshov Institute of Oceanology, the Russian Academy of Sciences,  
117997, Moscow, Nakhimovsky prospect, 36;  
e-mail: \* [soloceanic@yandex.ru](mailto:soloceanic@yandex.ru), \*\* [shiganov@ocean.ru](mailto:shiganov@ocean.ru).

We present the assessment of the change in the shelf ecosystem state under biological pollution basing on mathematical model of the annual cycle of its main pelagic parameters. As an example, the Northern Caspian region was chosen, and the impact of invader *Mnemiopsis leidyi* on the ecosystem was taken as biological pollution. On the base of calculated previously annual cycle of the main ecosystem pelagic parameters, the decomposition of the model in consideration of a new block responsible for functioning of invader *M. leidyi* was carried out. The simulations of three specified scenarios of ambient conditions showed the effectiveness of the model for the processes of ecosystem structure changes and predicting of the consequences of aggressive invader presence.

**Key words:** mathematical modeling, ecosystem, continental shelf, biological pollution, invasive ctenophore.

УДК 502.7:632.51

# ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПОДХОДЫ К ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ

© 2017 Тохтарь В.К.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,  
308015, г. Белгород, ул. Победы, 85;  
e-mail: [tokhtar@bsu.edu.ru](mailto:tokhtar@bsu.edu.ru)

Поступила в редакцию 14.11.2017

В статье анализируются и обобщаются результаты применения различных подходов к визуализации данных при изучении чужеродных видов растений и перспективность их использования для разных целей. Опыт исследований чужеродных видов растений свидетельствует о том, что традиционные методы анализа их состава и особенностей распространения в различных регионах информативны лишь для определения основных тенденций, отражающих глобальные процессы синантропизации фитобиоты. В то же время для выявления внутренних, скрытых закономерностей миграции растений и процессов их натурализации необходимо использование новых современных методов.

Наиболее перспективными подходами для анализа больших объёмов данных являются методы многомерной статистики. Перспективы этих методов определяются возможностью выявления взаимосвязей между широким спектром флористических, биологических данных и характеристик среды, которые могут быть визуализированы. Они позволяют представить различные данные в виде диаграмм, отражающих взаимодействие отдельных видов и целых групп чужеродных растений с природно-климатическими или экологическими переменными. Эти методы дают возможность создавать модели распространения инвазионных видов. Они отражают текущие статистические расстояния и взаимосвязи между различными объектами исследования, что даёт возможность определить особенности групповой стратегии колонизации чужеродными видами различных природных и/или техногенных местообитаний. Эти стратегии зависят, в первую очередь, от биологических характеристик видов, уровня антропогенной трансформации флоры и параметров окружающей среды.

**Ключевые слова:** инвазии, чужеродные виды, методы многомерной статистики, визуализация данных.

## Введение

Влияние чужеродных организмов на флору, фауну и, в целом, на общество приобретает глобальное значение, поскольку в настоящее время проблемы, связанные с их распространением в мире, могут быть решены лишь на международном уровне. Экспансия неаборигенных организмов происходит вне всяких границ, поэтому локальные меры уже не могут принести позитивные результаты и требуют усилий международных организаций [Тохтарь, 2016]. Экономический ущерб от инвазионных видов огромен. В результате инвазии

заносных видов США ежегодно теряют 137 млрд, Индия – 117 млрд, а Бразилия – 50 млрд долларов [Виноградова и др., 2010].

Занос и распространение чужеродных видов несёт прямую угрозу существованию местных видов, а потери урожая от сорных видов, многие из которых являются адвентивными – составляют от 9 до 30%. Биологическое вторжение чужеродных видов растений носит глобальный характер и ведёт к сокращению естественного биоразнообразия. Кроме того, актуальность изучения неаборигенных видов определяется тем, что они являются либо хозяй-

ственно ценными, либо вредными инвазионными видами, вытесняющими местные аборигенные. Поэтому в настоящее время одной из наиболее важных теоретических задач в исследовании чужеродных видов растений является определение основных закономерностей их распространения в зависимости от комплекса природных и антропогенных факторов. Решение этой задачи может быть существенно упрощено при использовании методов, позволяющих визуализировать значительные объёмы разнородных данных. В статье анализируются и обобщаются результаты применения и перспективность использования для разных целей различных подходов анализа и визуализации данных при изучении чужеродных видов растений.

### Материал и методика

Модельными объектами исследования были как отдельные, наиболее широко распространённые на различных континентах виды: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Conyza canadensis* L., виды рода *Oenothera* L. (subsect. *Oenothera*, Onagraceae), так и целые группы чужеродных видов, мигрирующие в различные типы природных и антропогенно нарушенных местообитаний. Первые два вида отличаются широкой экологической амплитудой, которую они проявляют в процессе интерконтинентальных инвазий. Виды энотер не только интенсивно распространяются в Европе, но и характеризуются интенсивными видообразовательными и микроэволюционными процессами, происходящими в их популяциях [Renner, 1917; Hudziok, 1968; Gutte, Rostanski, 1971; Soldano, 1979; Jehlik, Rostanski, 1995]. Поэтому род является удобной моделью, позволяющей проследить особенности распространения и микроэволюции различных филогенетически обособленных групп растений в Европе [Tokhtar et al., 2011].

В ходе проведённых исследований чужеродных видов был обобщён обширный оригинальный, литературный и гербарный материал по хорологии видов энотер в Западной и Восточной Европе, распространению *Ambrosia artemisiifolia*, *Conyza canadensis* в различных

частях Европы. Были изучены многочисленные локалитеты растений в Германии (федеральные земли Северный Рейн-Вестфалия, Гессен, Баден-Вюртенберг), во Франции (Эльзас) [Wittig et al., 1999; Wittig, Tokhtar, 2002; 2003], в Чехии, Словакии, Польше, Украине и России [Rostanski et al., 2004]. Проанализированы материалы гербариев Ботанического института РАН (г. Санкт-Петербург, LE), Главного ботанического сада РАН (г. Москва, МНА), Московского государственного университета (г. Москва, MW), Московского педагогического университета (г. Москва, MOSP), Южного федерального университета (г. Ростов, Россия, RV), Института ботаники НАН Украины (г. Киев, Украина, KW), Донецкого ботанического сада НАН Украины (г. Донецк, Украина, DNZ), Силезского университета (г. Катовице, Польша, KTU), Института ботаники Чешской Академии наук (г. Пругонице, Чехия, PR), ботанического сада Берлин-Далем (г. Берлин, Германия, B), Секенбергианум музея (г. Франкфурт-на-Майне, Германия, SNG), Природного музея (г. Висбаден, Германия).

При изучении распространения чужеродных видов в природных и техногенных местообитаниях на юго-западе Среднерусской возвышенности были опробованы как традиционные методы флорогенетического анализа, так и методы многомерной статистики, в частности, дискриминантный, факторный анализы, анализ главных компонент, анализ соответствий и анализ соответствия канонических корреляций [Чибрик, 1991; Ter Braak, 1995; Тохтарь, 2016; Tokhtar et al., 2017]. Анализ корреляционных структур морфологических признаков проводился согласно методам, разработанным Н.С. Ростовской [2000].

Оценку списков чужеродных видов растений в техногенных и природных местообитаниях проводили на основе корреляционных матриц с рассчитанными для каждой пары флор коэффициентами Жаккара или коэффициентами ранговой корреляции Спирмена, если оценивались растительные сообщества и обилие в них видов. Данные визуализировали путём размещения созданных корреляционных матриц в факторном пространстве. Они



обрабатывались с помощью современных пакетов компьютерных программ Microsoft Excel XP, Statistica 6.0, Canoco for Windows 4.02, CanoDraw 3.1., CanoPost 1.0.

### Результаты и обсуждение

В настоящее время в мире разработано значительное количество методов оценки процессов адвентизации растительного покрова и инвазионного успеха чужеродных видов. Одни из них основаны на традиционных подходах, которые представляют собой результаты таксономического и типологического анализа структур инвазионных фракций флор, другие – на статистическом анализе данных.

Применение тех или иных методов, используемых при изучении инвазий растений, определяется общей постановкой задачи, а также масштабом исследований. К сожалению, во многих российских публикациях по выявлению чужеродных видов растений задача определения факторов обычно не ставится.

Многие распространённые пространственно-статистические методы изучения чужеродных видов, например, ГИС-моделирование, Bioclim, Domain, основаны на вероятностном, потенциальном нахождении того или иного вида в новых местообитаниях в зависимости от пригодности климатических условий этих участков для его произрастания. Так, исследование *Ambrosia artemisiifolia* L., основанное на этом принципе, позволило построить две, несколько различающиеся, прогнозные модели распространения этого вида в Европе [Pasierbicki et al., 2011]. Неточность таких моделей определяется тем, что успех внедрения чужеродных видов в растительные сообщества зависит в значительной мере и от конкурентных способностей растений, взаимосвязей компонентов сообщества, инвазibilityности местных фитоценозов [Pasierbicki et al., 2011]. Модели, основанные только на климатических параметрах, также не учитывают воздействие антропогенных факторов, хотя во многих случаях оно оказывает решающее влияние на характер и интенсивность распространения видов. Таким образом, можно гово-

рить о том, что климатическое моделирование ареала чужеродных видов позволяет определить лишь потенциальные способности растения к распространению и, в ряде случаев, приводит к разным результатам. Поэтому создание моделей, основанных только на этом принципе, требует избирательного и осторожного подхода.

Большое значение в объяснении особенностей распространения чужеродных видов и построении прогностических моделей инвазий приобретает разработка и использование способов визуализации данных. Выбор способов визуализации данных при изучении распространения чужеродных видов зависит от:

1. Объектов исследования. Это могут быть: а) отдельные виды; б) аффилированные, родственные группы видов (таксоны); в) группы сопряжённо мигрирующих видов, несвязанных между собой филогенетически;

2. Градиента анализа: географический или экологический (например, процессы колонизации адвентивными видами экотопов вдоль градиента «техногенные – природные местообитания» или наоборот, если необходимо выявить особенности их распространения в различные типы, например, в токсичные техногенные экотопы);

3. задач по созданию конкретной модели распространения видов.

Анализ полученных нами результатов исследований показывает, что механизмы инвазий чужеродных видов могут быть раскрыты при сочетании традиционных и статистических методов исследования, которые дополняют друг друга и позволяют визуализировать сложные и многосторонние взаимосвязи эколого-биологических особенностей видов, природно-климатических и экологических факторов среды [Тохтарь, Фомина, 2011].

Визуализация морфологических различий между географически удалёнными популяциями одного вида может быть успешно достигнута при использовании дискриминантного анализа, который применяется для этих целей достаточно часто.

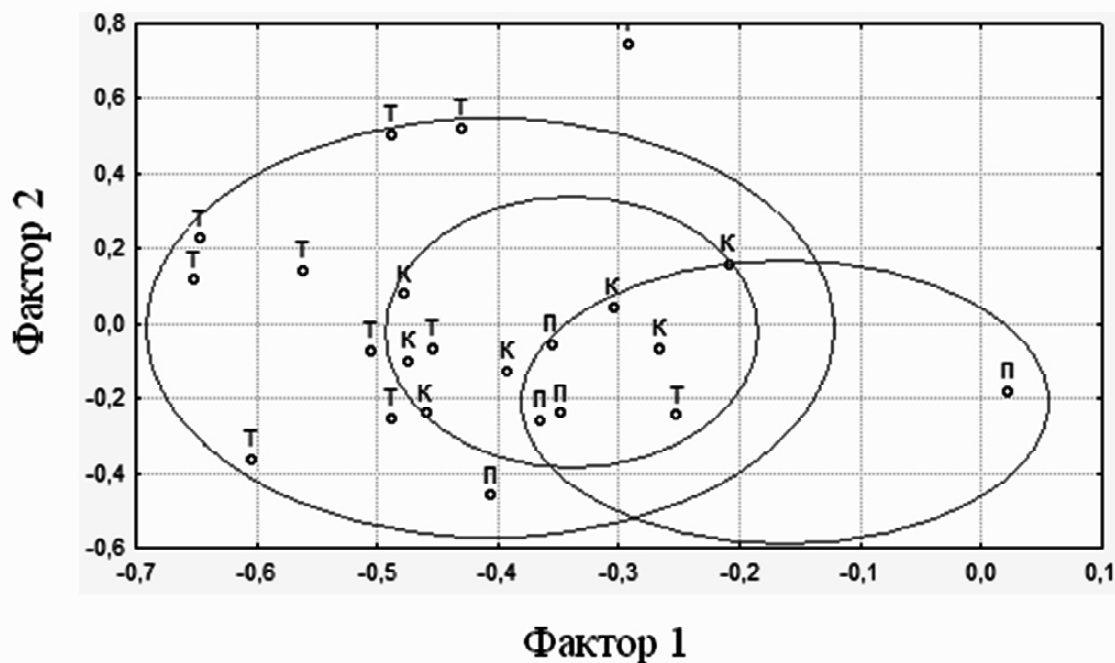
При изучении подобных различий в структурах локальных популяций одного региона,

которые формируются вдоль экологически обусловленных градиентов, перспективным для использования является метод главных компонент, позволяющий визуализировать структуры корреляций признаков в разных популяциях чужеродных растений. Нами установлено, что средние значения корреляций признаков и корреляционные матрицы популяций *Conyza canadensis*, расположенные в факторном пространстве, изменяются при усилении антропогенного воздействия [Тохтарь, Мазур, 2011] (рис. 1). В левой части диаграммы находятся популяции техногенных, в средней – квазиприродных, а в правой – природных экотопов. Учитывая распределение корреляционных структур популяций в факторном пространстве, первый статистический фактор трактуется как фактор ослабления антропогенного влияния на популяции. Эти результаты подтверждают данные Н.С. Ростовской [2000], полученные ранее на разных видах, и свидетельствуют о перспективности использования этого метода для оценки и визуализации

изменений корреляционных структур морфологических признаков в зависимости от интенсивности и типа антропогенного влияния.

Как показывают наши исследования, проведенные на модельном роде *Oenothera* (subsect. *Oenothera* L., Onagraceae) [Wittig et al., 1999; Wittig, Tokhtar, 2002; 2003; Tokhtar, Groshenko, 2014], в случае изучения аффилированных модельных групп видов для визуализации данных и выявления факторов, которые детерминируют распространение видов, наилучшие результаты могут быть получены при комплексном использовании традиционных и статистических методов анализа.

Анализ данных по распространению и обилию видов в модельных антропогенно трансформированных экотопах Западной и Восточной Европы традиционными методами [Wittig, Tokhtar, 2003] выявил, что в Западной Европе произрастает большое количество крупно- и мелкоцветковых видов, тогда как в Восточноевропейских странах распространены преиму-



**Рис. 1.** Визуализация корреляционных структур количественных морфологических признаков популяций *Conyza canadensis*, полученная с помощью метода главных компонент. Условные обозначения: Т – структуры популяций в техногенных; К – квазиприродных; П – природных экотопах. Одна точка отражает корреляционную структуру 18 признаков каждой популяции.

щественно среднецветковые. Причины такого распространения видов энотер были установлены при использовании методов многомерной статистики [Tokhtar, Groshenko, 2014].

Для изучения факторов, лимитирующих распространение энотер, нами был использован метод соответствия канонических корреляций [Ter Braak, 1995]. Это позволило визуализировать зависимости распространения видов в конкретных условиях среды и определить пространственное расположение центроидов экологических ниш энотер в Восточной Европе по отношению к лимитирующим их распространение факторам. Благодаря этому было установлено, что наиболее активные инвазионные виды Восточной Европы – *Oe. biennis*, *Oe. rubricaulis*, *Oe. depressa* находятся недалеко от центра исходящих в многомерном пространстве факторов [Tokhtar, Groshenko, 2014]. Это свидетельствует о том, что экологические ниши этих видов в наименьшей степени зависят от большинства проанализированных природно-климатических факторов (где их значения равны нулю), в первую очередь от температурных условий и факторов увлажнения. Экологические ниши видов, широко распространённых в Западной Европе и редко встречающихся в Восточной, располагаются в зонах многомерного пространства, соответствующих значениям факторов, которые характеризуют влажные и тёплые условия обитания [Tokhtar, Groshenko, 2014].

Таким образом, анализ соответствия канонических корреляций позволил нам объяснить причину того, что филогенетически обособленные линии мелко- и крупноцветковых видов распространены, преимущественно, в Западной Европе. К ним относятся: *Oenothera ammophilla*, *Oe. oakesiana*, *Oe. glazioviana*, *Oe. parviflora*, *Oe. perangusta*. Среднецветковые виды энотер произрастают повсеместно и встречаются в Восточной Европе значительно чаще, чем остальные: *Oenothera biennis*, *Oe. rubricaulis*, *Oe. depressa*, *Oe. hoelscheri*. Вероятно, поэтому происходит численное уменьшение встречаемости и их обилия в направлении с Запада на Восток Европы. Исходя из приведённых результатов, можно сделать вы-

вод о том, что существенным фактором, влияющим на видовой состав энотер различных территорий Европы, являются условия увлажнения и температура.

К гораздо более сложным проблемам, нежели задача определения закономерностей распространения отдельных близкородственных чужеродных видов, относится проблема, связанная с выявлением закономерностей распространения целых групп разнородных видов, которые сопряжённо мигрируют в разные типы природных (в случае натурализации) и антропогенно трансформированных экотопов.

При изучении колонизации видами различных типов техногенных, в том числе токсичных для растений местообитаний, можно констатировать, что использование традиционных методов анализа, в этом случае, недостаточно эффективно. Таксономические и типологические соотношения жизненных форм и биотипов в структурах таких флорокомплексов очень близки, а различия между ними часто практически неуловимы. Именно поэтому делать выводы об особенностях их формирования и факторах, влияющих на процесс колонизации разных типов антропогенно трансформированных экотопов, достаточно сложно [Тохтарь, Виноградова, 2009].

Исследование групп чужеродных видов, формирующихся в различных типах техногенных экотопов, с помощью факторного анализа корреляционных матриц коэффициентов Жаккара показало, что колонизация техногенных экотопов заносными видами имеет упорядоченный характер.

Использование факторного анализа дало возможность установить, что чужеродные виды колонизируют различные антропогенные местообитания, проявляя групповую стратегию, которая определяется степенью толерантности видов к уровню техногенного воздействия и степенью антропогенной трансформации экотопа. Методами многомерной статистики выявлено, что адвентивные фракции флор техногенных экотопов образуют в факторном пространстве три обособленные группы, которые формируются в различных условиях: 1) нетоксичных первичных и вторичных

техногенных экотопах; 2) токсичных вторичных экотопах (коксохимические, химические, металлургические заводы); 3) токсичных первичных экотопах (золо-, шлако-, шламоотвалы, горнообогатительные комбинаты и др.) [Тохтарь, Виноградова, 2009].

Для конкретизации влияния факторов среды в дополнение к факторному анализу можно использовать метод соответствия канонических корреляций. С его помощью нами установлено, что различия в видовом составе адвентивных видов в техногенных экотопах во многом обусловлены действием эдафических факторов, в частности, кислотностью и плодородием почв. Ряд экологических ниш видов располагается на ординационной диаграмме вблизи оси, характеризующей низкое содержание гумуса в почве [Тохтарь, 2016]. Виды, способные произрастать в этих условиях, являются наиболее активными при колонизации соответствующих этим условиям первичных техногенных экотопов.

Другой важной задачей изучения экспансии чужеродных растений является выявление особенностей распространения инвазионных видов в природных местообитаниях, то есть процессов натурализации, которые сопровождаются внедрением видов в естественные сообщества.

Для этого нами были изучены группы инвазионных видов, заселяющие на юго-западе Среднерусской возвышенности различные природные и антропогенные местообитания вдоль градиента снижения антропогенного фактора: железные дороги, парки, леса, степные участки, овражно-балочные местообитания, меловые обнажения и др. [Tokhtar et al., 2017]

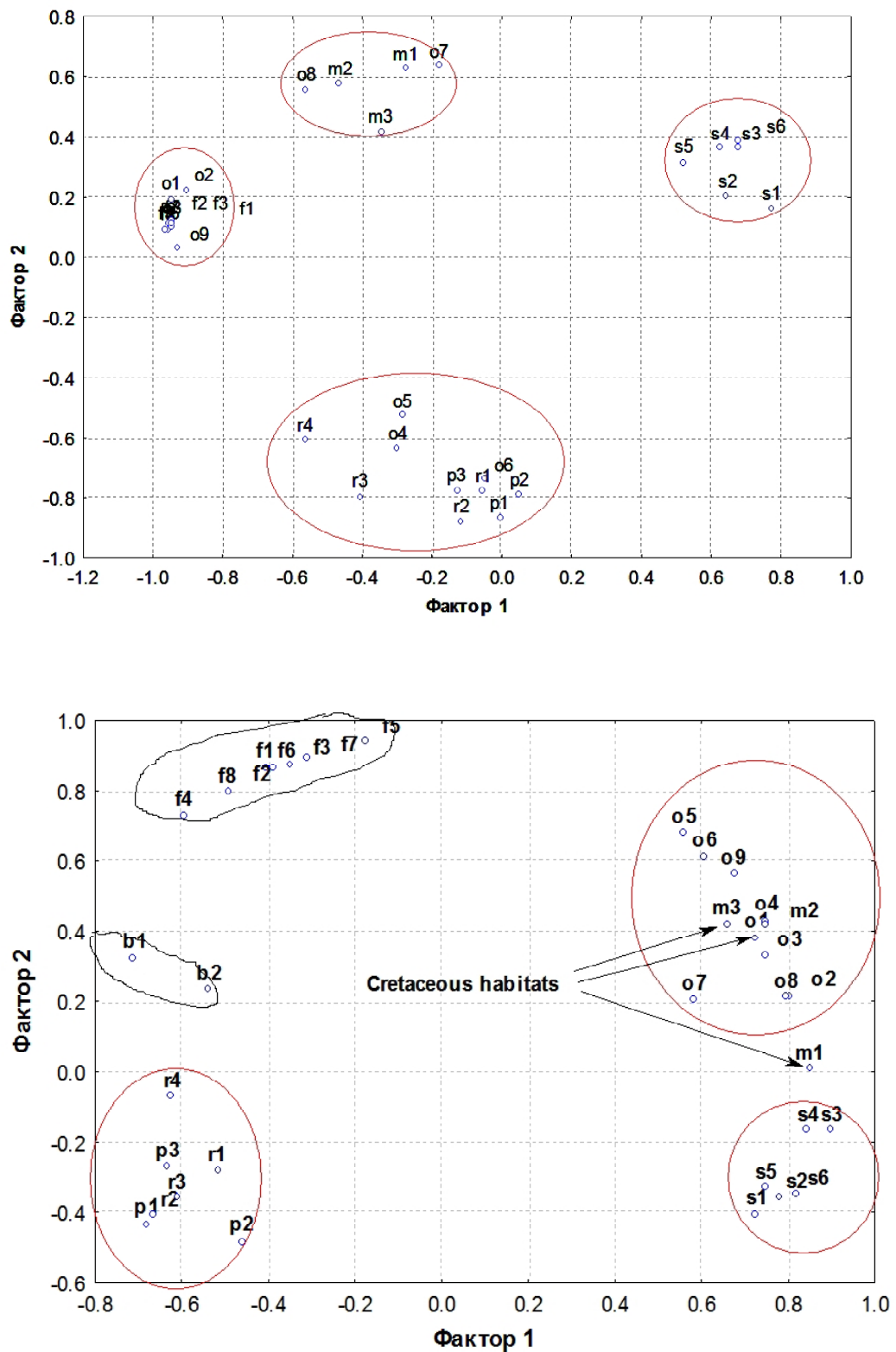
Для изученных флорокомплексов анализировались коэффициенты Жаккара и ранговой корреляции Спирмена (при оценке растительных сообществ с учётом обилия видов). Изученные корреляционные матрицы помещались в факторное пространство, что позволило визуализировать особенности распространения инвазионных видов в различных местообитаниях.

На рисунке 2 (а, б) видно, что при использовании метода главных компонент инвазионные

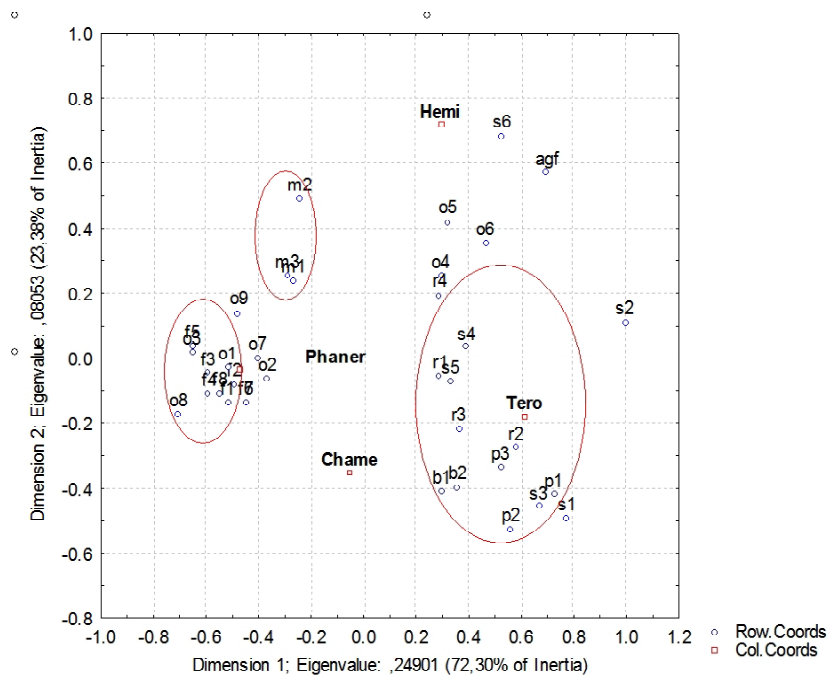
виды достаточно чётко распределились на диаграмме по группам, колонизирующим степные и лесные местообитания. Отдельно от других расположились и группы инвазионных видов меловых местообитаний. Группа инвазионных видов овражно-балочных экотопов распределена в факторном пространстве более широко и отмечена в группах лесных, меловых, антропогенных (парки, железные дороги) местообитаний. Это объясняется присутствием в их составе ряда общих для целого ряда групп местообитаний древесных видов. Антропогенно трансформированные экотопы (парки, железные дороги) расположились рядом в факторном пространстве за счёт сходства в видовых составах чужеродных растений (рис. 2 а, б). Наиболее обособленными оказались растения, колонизирующие степные местообитания. Сходство видовых составов между этими группами чужеродных растений, колонизирующих эти местообитания определяется общностью видов, которые отмечены на диаграмме (рис. 2 а, б). В пределах степных местообитаний это: *Amaranthus retroflexus*, *Cyclachaena xanthiifolia*, *Conyza canadensis*, *Alcea rosea*. В большинстве экотопов хвойных лесов встречаются виды рода *Oenothera*, *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Ulmus pumila*, а в широколиственных: *Impatiens parviflora*, *Arrhenatherum elatius*, *Parthenocissus inserta*. Близость видовых составов инвазионных растений, колонизирующих меловые местообитания (рис. 2 б), определяется присутствием здесь *Elaeagnus angustifolia*, *Hippopha rhamnoides*, *Crataegus monogyna*, *Caragana arborescens*.

Похожая картина наблюдается и при анализе диаграммы разброса, полученной на основе коэффициентов Спирмена, с учётом обилия инвазионных видов в растительных сообществах.

Анализ соответствий позволяет оценить участие разных структурных компонентов в ценофлорах различных местообитаний: жизненных форм Раункиера, групп по времени заноса, инвазионному статусу и пр. (рис. 3), по времени заноса (археофиты, кенофиты, эукенофиты), статусу инвазивности и др.



**Рис. 2.** Распределение групп чужеродных видов, колонизирующих различные природные экотопы в факторном пространстве: а) диаграмма, полученная на основании использования коэффициентов Жаккара, б) диаграмма, построенная на основании коэффициентов Спирмена, b1–b2 – болота, m1–m7 – меловые обнажения, f1–f8 – лесные местообитания, o1–o9 – овражно-балочные системы, p1–p3 – парки, r1–r4 – железные дороги, s1–s6 – степные местообитания.



**Рис. 3.** Визуализация данных, отражающая соотношения жизненных форм в группах чужеродных растений, колонизирующих различные местообитания, полученная с помощью анализа соответствий корреляций: Hemi – гемикриптофит, Tero – терофит, Chame – хамефит, Phaner – фанерофит, b1–b2 – болота, m1–m7 – меловые обнажения, f1–f8 – лесные местообитания, o1–o9 – овражно-балочные системы, p1–p3 – парки, r1–r4 – железные дороги, s1–s6 – степные местообитания.

Результаты, представленные на диаграмме (рис. 3), показывают, что точки, обозначающие структуры видовых составов чужеродных растений, которые колонизируют «лесные» и «овражно-балочные» местообитания, расположились вблизи точки пространства, отражающей позицию категории «Фанерофит». Это свидетельствует о преобладании в их структуре фанерофитов. Группы растений, произрастающих на железных дорогах и в парках, находятся в «зоне влияния» категории «Терофиты».

Таким образом, данный анализ позволяет визуализировать особенности структур групп чужеродных растений, колонизирующих различные экотопы, на основе корреляций между количественными соотношениями различных жизненных форм в них. Он позволяет определить месторасположение любой группы растений не только по отношению к изученным категориям признаков, но и выявить их взаиморасположение между собой на основании коррелятивных взаимосвязей между их структурами. В случае, если удастся объяснить

значения осей в пространстве факторов путём анализа значимых факторных нагрузок, можно определить не только степень их влияния на группы чужеродных видов, но и выявить точные дистанции между ними по отношению к действующим факторам.

### Заключение

Перспективность методов многомерной статистики определяется возможностью построения моделей на основании установления взаимосвязей между широким комплексом хорологических, флористических данных и характеристик окружающей среды, которые могут быть визуализированы. В зависимости от задач исследования создаваемые модели могут быть классификационными, историческими (в случае, если изучается динамика изменений видовых составов) и прогностическими.

Проанализированные методы дают возможность оценивать значительные объёмы любых неоднородных данных с помощью пакетов современных компьютерных программ, определять главные факторы, вызывающие те или



иные изменения в структуре популяций, видов и групп чужеродных видов, колонизирующих различные типы экотопов вдоль различных градиентов среды. В зависимости от факторных нагрузок статистические факторы могут быть идентифицированы. Перспективность методов многомерной статистики заключается и в том, что они могут быть использованы при изучении любых корреляционных матриц и любых коэффициентов, характеризующих биоразнообразие и параметры окружающей среды.

Для понимания процессов распространения чужеродных видов в различные природные и антропогенные местообитания необходим углубленный анализ внутренних механизмов, разработка и использование новых комплексных эмпирико-статистических подходов, основанных как на использовании традиционных методов анализа, так и методах многомерной статистики для визуализации больших объёмов данных.

Механизмы инвазий чужеродных видов могут быть раскрыты при сочетании традиционных и статистических методов исследования, позволяющих визуализировать сложные многочисленные и многосторонние взаимосвязи эколого-биологических особенностей видов, природно-климатических и экологических факторов среды.

Исследование было выполнено при финансовой поддержке Госзадания № 6.4854.2017/БЧ Министерства образования и науки Российской Федерации.

### Литература

- Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Чёрная книга флоры Средней России. Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС, 2010. 512 с.
- Ростова Н.С. Изменчивость системы корреляций морфологических признаков. Популяции видов рода *Leucanthemum* (Asteraceae) в природе и в условиях культивирования / Н.С. Ростова // Ботан. журн. 2000. Т. 85. № 1. С. 46–67.
- Тохтарь В.К. Региональная флористика и современные методы анализа антропогенно трансформированных флор: Учебное пособие. Белгород: ИД «Белгород», 2016. 106 с.
- Тохтарь В.К., Виноградова Ю.К. Исследование распространения чужеродных видов в антропогенно трансформированных экотопах методом факторного анализа // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2009. № 15. С. 139–145.
- Тохтарь В.К., Мазур Н.В. Изменчивость корреляционных структур морфологических признаков популяций *Conyza canadensis* // Научные ведомости БелГУ. Серия: Естественные науки. 2011. № 9 (104). Вып. 15/1. С. 252–256.
- Тохтарь В.К., Фомина О.В. Особенности формирования урбанофлор в различных природно-климатических и антропогенных условиях: факторный анализ и визуализация данных // Научные ведомости БелГУ. Сер. Естественные науки. 2011. № 9 (104). Вып. 15. С. 23–29.
- Чибрик Т.С. Формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях / Т.С. Чибрик, Ю.А. Елькин. Свердловск: Изд-во Ур. ун-та, 1991. 220 с.
- Gutte P., Rostanski K. Die *Oenothera* – Arten Sachsens // Ber. Arbeitsgem. sachs. Bot. 1971. No. 9. S. 63–88.
- Hudziok G. Die *Oenothera*-Arten der sudlichen Mittelmark und des angrenzenden Flamings // Verh. bot. Ver. Prov. Brandenb. 1968. Bd. 105. P. 73–107.
- Jehlik V., Rostanski K. Notes on the genus *Oenothera* subsect. *Oenothera* (Onagraceae) in the Czech Republic // Folia Geobot. et Phytotaxonomy. 1995. Vol. 30. P. 435–444.
- Pasierbicki A., Ćabicka I., Shevera M., Tokhtar V.K., Tokarska-Guzik B. The realized niche of *Ambrosia artemisiifolia* in relation to its potential distribution in Europe // Bridging the gap between scientific knowledge and management practice: 11th international conf. on the ecology and management of alien plant invasion, Szombathely, 30 August – 3 September 2011: program, abstracts / University of West Hungary, Faculty of Natural Sciences. Szombathely. 2011. P. 23.
- Renner O. Versuche uber die gametische Konstitution der *Oenothera* // Z. Abst. Vererb. 1917. Vol. 18. P. 121–294.
- Rostanski K., Rostanski A., Shevera M & Tokhtar V. *Oenothera* in Ukraine // In: The genus *Oenothera* L. in Eastern Europe. Cracow: W. Szafer Institute of Botany, 2004. 134 p.
- Soldano A. Per una migliore conoscenza di *Oenothera* L. subgenere *Oenothera* in Italia I. // Atti. Ist. Bot. Lab. Critt. Univ. Pavia. 1979. Vol. 13. P. 145–158.
- Ter Braak, C.J.F. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology / C.J.F. Ter Braak, P.F.M. Verdonschot // Aquatic Sciences. 1995. Vol. 57. No. 3. P. 153–187.
- Tokhtar V.K., Groshenko A.S. Differentiation of the Climatic Niches of the Invasive *Oenothera* L. (Subsect. *Oenothera*, Onagraceae) Species in the Eastern Europe // Advances in Environmental Biology. 2014. Vol. 8. No. 10. P. 529–531 // ([https://www.researchgate.net/publication/264041916\\_Differentiation\\_of\\_the\\_Climatic](https://www.researchgate.net/publication/264041916_Differentiation_of_the_Climatic))

[Niches of the Invasive \*Oenothera\* \(Subsect \*Oenothera\* Onagraceae Species in the Eastern Europe\)](#). Проверено 07.11.2017.

Tokhtar V.K., Vinogradova Yu.K., Groshenko A.S. Microevolution and invasiveness of *Oenothera* L. species (subsect. *Oenothera*, Onagraceae) in Europe // Russian Journal of Biological Invasions. 2011. Vol. 2. No. 4. P. 273–280. // (<https://link.springer.com/article/10.1134/S2075111711040138>). Проверено 07.11.2017.

Tokhtar V.K., Kurskoy A.Y., Dunaev A.V., Tokhtar L.A., Petrunova T.V. The analysis of the flora invasive component in the southwest of the Central Russian Upland (Russia) // International Journal of Green

Pharmacy. 2017 (Suppl). 11 (3). S. 631. // (<http://www.greenpharmacy.info/index.php/ijgp/article/view/1186/721>). Проверено 07.11.2017.

Wittig R., Lenker K.-H., Tokhtar V.K. Zur Sociologie von Arten der Gattung *Oenothera* L. im Rheintal von Arnheim (NL) bis Müllhouse (F) // Tuexenia. 1999. Bd. 19. S. 447–467.

Wittig R., Tokhtar V.K. *Oenothera* – Arten auf industriebrachen im westfälischen Ruhrgebiet // Nature u. Heimat. 2002. Bd. 62. No. 1. S. 29–32.

Wittig R., Tokhtar V. Die Häufigkeit von *Oenothera*-Arten im westlichen Mitteleuropa // Feddes Repertorium. 2003. Bd. 114. 5–6. S. 372–379.

## ADVANCED APPROACHES TO VISUALIZATION OF DATA ON ALIEN PLANT SPECIES DISTRIBUTION

© 2017 Tokhtar V.K.

Belgorod State National Research University, 308015, Belgorod, Pobeda-str., 85;

t-mail: [tokhtar@bsu.edu.ru](mailto:tokhtar@bsu.edu.ru)

The article analyzes and summarizes the results of the application and the prospects for using of different approaches to data visualization for different purposes when studying alien plant species. Research experience of alien plant species study indicates that the traditional methods of analysis of the composition and characteristics of their distribution in different regions in many cases are informative only to identify the main trends that reflect global processes of synanthropization of phytobiota. At the same time revealing the latent patterns of migration of plants and naturalization processes require the use of new modern methods.

The most promising approaches for analyzing large volumes of data are multivariate statistics methods. The prospects of these methods are determined by the ability to identify relationships among a wide range of floristic, biological data and characteristics of the environment that can be visualized. They allow us to present different data in the form of diagrams, reflecting the interaction of individual species and of whole groups of alien plants with climatic or environmental variables. These methods provide the opportunity to create a model of the spread of invasive species. They reflect the current statistical distance and the relationship among the different objects of study, which gives us an opportunity to identify the main features of group strategy of colonization of alien species of various natural and/or man-made habitats. These strategies depend, first of all, on the biological characteristics of the species, the level of anthropogenic transformation of the regional flora and environmental parameters.

**Key words:** invasion, alien species, methods of multidimensional statistics, data visualization

УДК: 595.36:591.9(478)

# СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИЙ КРАБ *RHITHROPANOPEUS HARRISI* (GOULD, 1841) – НОВЫЙ ИНВАЗИВНЫЙ ВИД В ПРИДНЕСТРОВЬЕ

© 2018 Филипенко С.И.

Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко,  
Тирасполь, 3300; e-mail: [zoologia\\_pgu@mail.ru](mailto:zoologia_pgu@mail.ru)

Поступила в редакцию 17.01.2017

Две особи североамериканского краба *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841), пойманные в марте 2016 г. и сентябре 2017 г. в Кучурганском водохранилище-охладителе Молдавской ГРЭС, представляют собой первую находку этого вида-вселенца в водоёмах Молдовы и Приднестровья, натурализованного в солоноватых водоёмах Европы и причерноморских лиманах. Предполагается, что вероятным объяснением появления в Кучурганском водохранилище обнаруженных экземпляров следует считать случайную интродукцию на личиночной стадии при зарыблении пиленгасом из Хаджибейского лимана. Термический режим и минерализация Кучурганского водохранилища возможно будут способствовать включению североамериканского краба в структуру гидробиоценоза этого водоёма.

**Ключевые слова:** североамериканский краб, инвазии, бассейн Днестра, Кучурганское водохранилище.

## Введение

С начала XX в. обострилась проблема биологических инвазий чужеродных видов, наблюдается значительное увеличение видов-вселенцев в районах, далёких от границ их естественных ареалов. Это явление носит глобальный характер и в значительной степени повлияло на экосистемы рек, в том числе, формирующих бассейн Чёрного моря, где за последние десятилетия выросло число новых видов флоры и фауны.

Проблема чужеродных видов, в том числе донной фауны, актуальна и для водных экосистем бассейна Днестра, где в пределах Приднестровья и Молдовы отмечены 23 вида чужеродных бентосных беспозвоночных, из которых 1 вид относится к олигохетам, 5 – к двустворчатым моллюскам, 2 – к брюхоногим моллюскам и 15 видов к высшим ракообразным, в том числе: 7 – к амфиподам, 1 – к декаподам, 3 – к кумовым ракообразным и 4 – к мизидам [Мунжиу и др., 2014; Филипенко, 2015].

## Материал исследований

В марте 2016 г. в левобережной зоне Кучурганского водохранилища во время контрольных ихтиологических ловов был пойман один экземпляр североамериканского краба *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841). Второй экземпляр краба был пойман в зоне водозаборов Молдавской ГРЭС в сентябре 2017 г. Ранее этот вид в водоёмах на территории Приднестровья и Молдовы не отмечался. Экземпляры хранятся в зоологическом музее Приднестровского государственного университета. Размеры крабов (длину, ширину, высоту карапакса) и левой клешни измеряли штангенциркулем с точностью до 1 мм.

## Появление североамериканского краба в Кучурганском водохранилище

Биология, экология и распространение североамериканского краба достаточно полно описаны в литературе. В 1930–1950-е гг. краб заселил водоёмы Азово-черноморского и Каспийского бассейнов. Источником интродукции

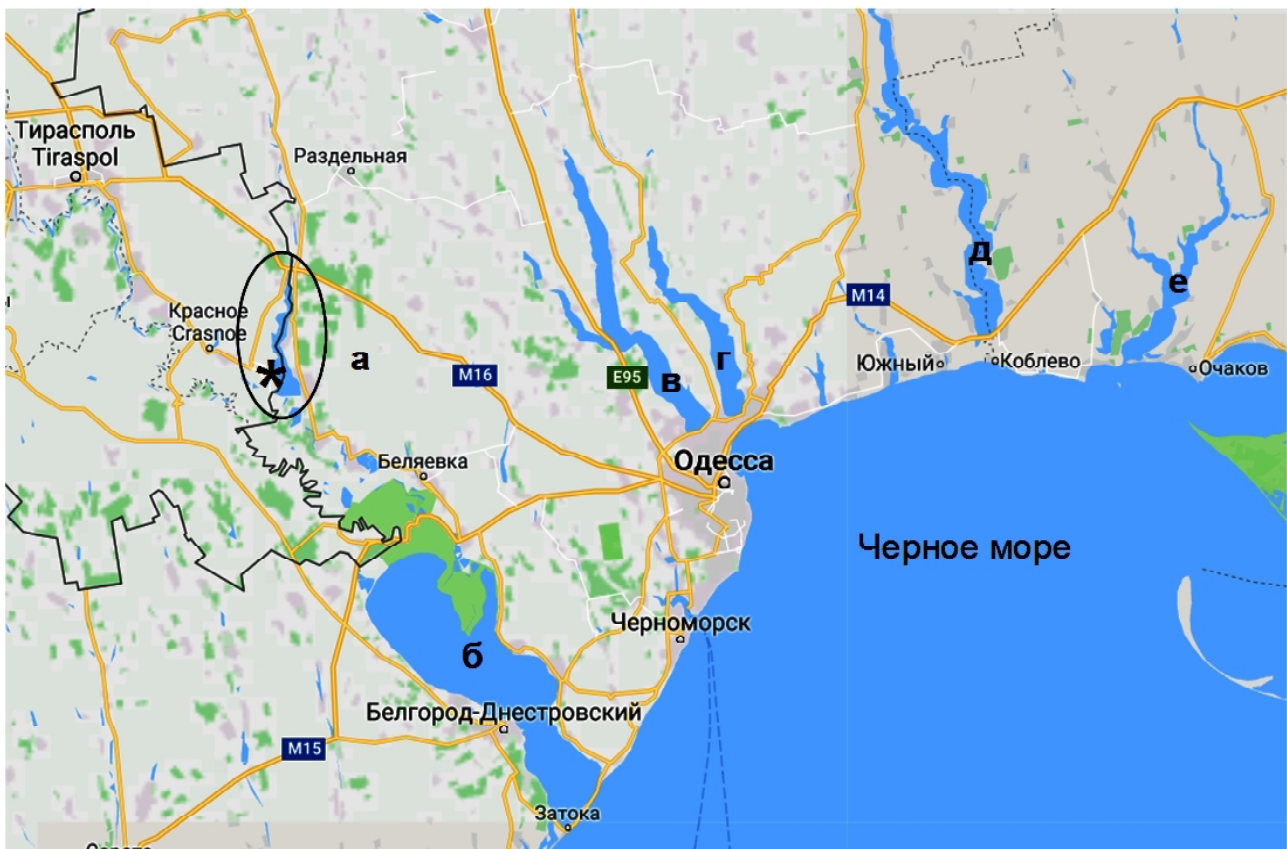
краба в Черноморский бассейн, скорее всего, стали европейские воды, а не его природный ареал [Симакова, Залота, Спиридонов, 2017]. В 2016 г. *Rh. harrisii* впервые зарегистрирован в бассейне Днестра в пределах Приднестровья и Молдовы – в Кучурганском водохранилище-охладителе Молдавской ГРЭС [Филипенко, Мустя, 2016].

Кучурганское водохранилище (акватория около 2730 га со средней глубиной 3.5 м, объём воды 88 млн м<sup>3</sup>) (рис. 1а), в прошлом лиман, после строительства дамб и ввода в эксплуатацию в 1964 г. Молдавской ГРЭС стало выполнять функцию водоёма-охладителя. В настоящее время водоём зарегулирован, подпитка осуществляется в верхней части маловодной, пересыхающей р. Кучурган, а также принудительным водообменом в нижней части из рукава Днестра – р. Турунчук. За годы эксплуатации водохранилища, помимо термофика-

ции, существенно изменились гидрохимические параметры, в первую очередь жесткость воды, которая возросла до 17.5 ммоль/дм<sup>3</sup>, что в 4 раза превышает жесткость Днестровской воды [Касапова и др., 2017].

Пойманные в Кучурганском водохранилище экземпляры *Rh. harrisii* имеют следующие размеры: длина карапаксов – 17 и 13.6 мм, ширина карапаксов – 22 и 18.1 мм, высота карапаксов – 9.5 и 6.7 мм, длина клешней – 17 и 14.1 мм, ширина клешней – 9 и 6.7 мм, высота клешней – 6 и 4.4 мм.

Как краб мог проникнуть в Кучурганское водохранилище, изолированное от Черноморских лиманов? По нашему мнению, наиболее вероятным путём проникновения краба в водохранилище могла стать его случайная интродукция на личиночной стадии вместе с рыбобосадочным материалом, а именно с пиленгасом (*Liza heamatocheilus*) в 2010–2011 гг. из



**Рис. 1.** Лиманы северо-западного Причерноморья: а – Кучурганское водохранилище (– место поимки крабов); б – Днестровский лиман; в – Хаджибейский лиман; г – Куяльницкий лиман; д – Тилигульский лиман; е – Березанский лиман.

Хаджибейского лимана (площадь 70 км<sup>2</sup>, длина около 40 км, ширина 3.5 км, глубина 2.5 м, солёность воды 4–15 г/л, природная – 22 г/л). Лиман отделён от Чёрного моря и не имеет связи с ним (рис. 1в).

### Заключение

Каковы перспективы создания устойчивой популяции североамериканского краба в Кучурганском водохранилище и его инвазии в Днестр? *Rh. harrisii* является эвритермным и эвригалинным видом. Термический режим Кучурганского водохранилища и высокая степень его минерализации находятся в пределах толерантности этого вида и способствуют включению североамериканского краба в структуру гидробиоценоза водохранилища.

Сможет ли в будущем краб попасть в Днестр или этому помешает низкая минерализация реки? Возможно, Кучурганское водохранилище останется единственным местообитанием краба на территории Приднестровья, хотя, как показал пример креветки *Macrobrachium nipponense* (De Naan, 1849), появившейся в Днестре [Филипенко, 2014], нельзя исключить его дальнейшей инвазии в русле Днестра. Но в случае его проникновения в Днестр, слабая подвижность этих крабов по сравнению с крупными мигрирующими видами, такими как китайский краб *Eriocheir sinensis* (H. Milne Edwards, 1853), а также невозможность личиночного дрейфа будут основными факторами, сдерживающими перемещение его вверх по течению.

### Литература

- Касапова Л.В., Филипенко С.И., Руденко А.К., Калатинская М.А. Гидрохимические особенности двух контрастных (Дубоссарского и Кучурганского) водохранилищ // Интегрированное управление бассейном трансграничного Днестра: платформа для сотрудничества и современные вызовы. Материалы международной конференции, Тирасполь, 26–27 октября 2017 г. Тирасполь: Eco-TIRAS, 2017. С. 164–166.
- Мунжиу О.В., Тодераш И.К., Шубернецкий И.В., Райлян Н., Филипенко С.И. Современное состояние популяций чужеродных видов моллюсков в бассейне р. Днестр // Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья. Материалы V Международной научно-практической конференции 14 ноября 2014 г. Тирасполь: Изд-во ПГУ, 2014. С. 179–184.
- Симакова У.В., Залота А.К., Спиридонов В.А. Генетический анализ популяций чужеродного североамериканского краба *Rhithropanopeus harrisii* (Gould, 1841) в водах Черноморско-Каспийского региона // Российский журнал биологических инвазий. 2017. № 1. С. 70–82.
- Филипенко С.И. О появлении пресноводной восточной креветки *Macrobrachium nipponense* (De Naan, 1849) в Днестре // Sustainable use and protection of animal world diversity: International Symposium dedicated to 75<sup>th</sup> anniversary of professor Andrei Munteanu. Chişinău, 2014. С. 206–207.
- Филипенко С.И. Инвазивные моллюски водоёмов бассейна Днестра // Материалы чтений памяти доктора биологических наук В.А. Собоцкого. Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2015. С. 51–62.
- Филипенко С.И., Мустя М.В. О первой находке североамериканского краба *Rhithropanopeus harrisii tridentata* (Maitland, 1874) в Приднестровье // Озёрные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Тез. докл. V Междунар. науч. конф., 12–17 сентября 2016 г. Минск; Нарочь: Изд. центр БГУ, 2016. С. 397–398.



---

# MUD CRAB *RHITHROPANOPEUS HARRISI* (GOULD, 1841) IS A NEW INVASIVE SPECIES IN TRANSJNIESTRIA

© 2018 Philipenko S.I.

T.G. Shevchenko Dnistrian State University, MD 3300, Tiraspol, Republic of Moldova;  
e-mail: [zoologia\\_pgu@mail.ru](mailto:zoologia_pgu@mail.ru)

Two individuals of mud crab *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841) caught in March 2016 and September 2017 in Kuchurgan reservoir-cooler of the Moldovan Power Station are the first finding of this alien species in the waters of Moldova and Transdnistria, which naturalized in the brackish waters of Europe and the Black Sea estuaries. The more likely explanation for appearance of found individuals in the Kuchurgan storage reservoir is supposed to be the accidental introduction at a larval stage under pilengas (fish) delivery from the Hadzibeysky liman (firth). The thermal regime and the mineralization of the Kuchurgan storage reservoir will possibly promote the inclusion of the mud crab into the structure of reservoir hydrobiocenose.

**Key words:** mud crab, invasion, the Dniester River basin, Kuchurgan reservoir.



УДК 630\*234:625.77(571.1)

# ОСОБЕННОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НОВОСИБИРСКА

© 2017 Чиндяева Л.Н.\*, Беланова А.П., Киселёва Т.И.

Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения РАН,  
Новосибирск 630090;  
e-mail: \* [lnikch@yandex.ru](mailto:lnikch@yandex.ru)

Поступила в редакцию 13.04.2017

Впервые на территории крупного сибирского города Новосибирска в дендрологических коллекциях, в садах, парках, скверах и районах жилой застройки выявлен 91 чужеродный вид древесных растений разного географического происхождения, дающих естественным путём семенное и вегетативное потомство. Установлено, что 44% возобновляющихся в городе видов естественно произрастает на территории российского Дальнего Востока и в странах Восточной Азии, 33% – североамериканского происхождения, 23% видов имеют европейский и евразийский типы ареала. Большая часть чужеродных видов (45%) возобновляется вегетативно, 34% даёт самосев, у 21% выявлено вегетативное и семенное возобновление. По характеру возобновления в городской среде чужеродные виды разделены на 3 группы: активно возобновляющиеся семенами и вегетативно и расселяющиеся по территории ландшафтных объектов и за их пределами (*Acer negundo*, *Amelanchier spicata*, *A. alnifolia*, *Elaeagnus commutata*, *Euonymus europea*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Prunus pennsylvanica*, *Physocarpus opulifolius*, *Ulmus laevis* и др.), вегетативно возобновляющиеся и увеличивающие занимаемую площадь за счёт образования куртин-клонов (*Amorpha fruticosa*, *Menispermum dauricum*, *Parthenocissus quinquefolia*, *P. inserta*, *Rosa rugosa*, *Rubus odoratus*, *Symphoricarpos albus*, *Syringa vulgaris*, *Swida sericea*, *Vitis amurensis*), возобновляющиеся и длительное время сохраняющиеся в местах посадки без увеличения занимаемой территории (*Acer platanoides*, *Eleutherococcus senticosus*, *E. sessiliflorus*, *Deutzia parviflora*, *Syringa josikaea*, *S. wolfii*).

**Ключевые слова:** чужеродные виды древесных растений, городская среда, естественное возобновление, г. Новосибирск.

## Введение

Способность к естественному возобновлению является важным показателем устойчивости древесных растений в новых районах культивирования, в условиях городской среды это один из надёжных критериев оценки перспективности интродуцированных видов для садово-паркового и зелёного строительства. Учёт естественного возобновления на урбанизированных территориях Сибири позволяет выявить маточники зимостойких и устойчивых в городе видов, способствует расширению культуры ценных для градостроительства редких эк-

зотов, важен с точки зрения сохранения биоразнообразия.

Активное естественное возобновление древесных растений в последние годы рассматривается и с позиции актуальной экологической проблемы мирового масштаба – проблемы фитоинвазий [Callaway, Aschehoug, 2000; Richardson et al., 2000; Виноградова и др., 2010, 2015; Джус, 2010; Фирсов, Бялт, 2015; и др.]. Расселение и натурализация чужеродных видов, внедрение их в природные сообщества, «вытеснение» представителей местной флоры наблюдаются во многих областях и регионах мира, в

некоторых процессы представляют реальную угрозу аборигенным видам и естественной растительности.

В России исследования по изучению чужеродных видов и последствий их распространения развиваются преимущественно в европейской части страны, в Сибири такие исследования немногочисленны, равно как и работы по анализу естественного возобновления древесных растений-интродуцентов на урбанизированных территориях [Веснина, 2003; Чиндяева, Киселёва, 2010; Баранова, Бралгина (Зянкина), 2015; Чёрная книга..., 2016; Беланова, 2016]. Территории крупных городов считаются местом наибольшей концентрации чужеродных видов в связи с обилием путей проникновения растений, наличием нарушенных местообитаний различного генеза, интенсивными транспортными и пешеходными потоками [Карпун, 2004].

Новосибирск относится к крупнейшим городам Сибири, он начал развиваться в 1893 г., занимает в настоящее время территорию свыше 500 км<sup>2</sup> с населением около 1.5 млн человек. Расположен город на юго-востоке Западно-Сибирской равнины (55° с. ш., 83° в. д.) на берегах р. Обь, его протяжённость с севера на юг составляет 43 км, с запад на восток – 25 км, по величине это третий город в Российской Федерации [Лучицкая и др., 2014]. Новосибирск – центр самой крупной в сибирском регионе агломерации, такого территориально-образованного образования, которое формирует значительную зону урбанизации с численностью населения свыше 1.7 млн человек. Территория Новосибирской агломерации неоднородна в геоморфологическом отношении, что предопределило большое разнообразие почв и растительности. Более 120 лет назад на месте современного сибирского мегаполиса на пойменных территориях крупной реки располагались живописные лесные ландшафты. В процессе строительства железной дороги и градостроительного освоения значительная часть сосновых лесов была вовлечена в интенсивную эксплуатацию, в лесных массивах почти все спелые насаждения сосны были вырублены, а смешанные сосново-берёзовые древостои

сильно расстроены выборочными рубками [Лесные ресурсы..., 1992; Пивкин, Чиндяева, 2005]. В настоящее время здесь распространены разновозрастные древостои, преобладают молодняки и средневозрастные насаждения с благоприятными микроклиматическими условиями для отдыха населения, богатством травяного покрова и подлеска. Интенсивное использование городских и пригородных лесов Новосибирска в рекреационных целях, развитие садоводческих обществ, создание на непокрытых лесом участках искусственных насаждений из древесных растений местной флоры и интродуцентов способствовали распространению некоторых чужеродных видов.

В ходе работ по преобразованию лесных ландшафтов города в 1958–1980 гг. были высажены растения *Acer negundo* L., *Acer ginnala* Maxim., *Fraxinus mandchurica* Rupr., *Juglans mandchurica* Maxim., *Malus baccata* (L.) Borkh., *Prunus maackii* (Rupr.) Kom., *Prunus virginiana* (L.) Mill., *Pyrus ussuriensis* Maxim., *Quercus robur* L., *Tilia cordata* Mill., *Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch., *Berberis vulgaris* L., *Corylus heterophylla* Fesch. ex Trautv., *Elaeagnus commutata* Bernth. *Euonymus europea* L., *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim. *Syringa josikaea* Jacq. Fil., *Rosa rugosa* Thunb. и другие интродуценты. Спустя 30–40 лет при оценке состояния насаждений обнаружен самосев *Prunus maackii*, *Picea obovata* Ledeb., благонадёжное семенное возобновление *Tilia cordata*, обильное вегетативное возобновление *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br. и *Populus alba* L. [Таран и др., 2006]. Агрессивные чужеродные виды *Acer negundo* и *Tilia cordata* местами сформировали густой сомкнутый подлесок в сосновых и берёзовых лесах, подавляя естественное возобновление коренных лесообразующих видов [Таран и др., 2004; Природа..., 2007].

Работы по изучению возобновления интродуцентов в городской среде и на объектах озеленения немногочисленны. Характер естественного возобновления древесных растений на территории Новосибирска анализировался разными авторами преимущественно при изучении состояния городских и пригородных лесов, растительного покрова, природных со-

обществ. Цель наших исследований – анализ естественного возобновления древесных растений разного географического происхождения в условиях урбанизированных территорий юга Западной Сибири на примере крупнейшего сибирского города Новосибирска.

### Объекты и методы

Объектом исследования служили чужеродные виды древесных растений в дендрарии Центрального сибирского ботанического сада (ЦСБС СО РАН) и в Новосибирском дендрологическом парке в правобережной части Новосибирска, в дендрарии Сибирского научно-исследовательского института растениеводства (СибНИИРС), расположенном на левом берегу р. Обь, а также произрастающие в садах, парках, скверах, в городских лесах, лесопарках и на территории жилой застройки в разных районах города (рис. 1).

Исследования проводились в период с 2009 по 2016 г. Оценку естественного возобновле-

ния осуществляли в процессе натурального обследования насаждений, в ходе работы фиксировали семенное и вегетативное потомство, для количественного учёта закладывали пробные площадки размером 1 м<sup>2</sup> и более, исследовали биологические и морфометрические показатели, определяли возрастное состояние растений. За единицу учёта принимали в случае самосева особь семенного происхождения. При вегетативном возобновлении выделяли: корневищные и корневые отпрыски, или поросль (развивающиеся на корневищах и горизонтальных корнях); отводки как побеги возобновления на полёгших и укоренившихся ветвях материнского растения; партикулы, парциальные растения (дочерние особи); куртины как совокупность материнских растений, парциальных кустов и порослевых побегов [Ценопопуляции..., 1976; Работнов, 1987; Лучник, 1988]. Отмечали удалённость семенного и вегетативного потомства от материнских растений, признаки по-

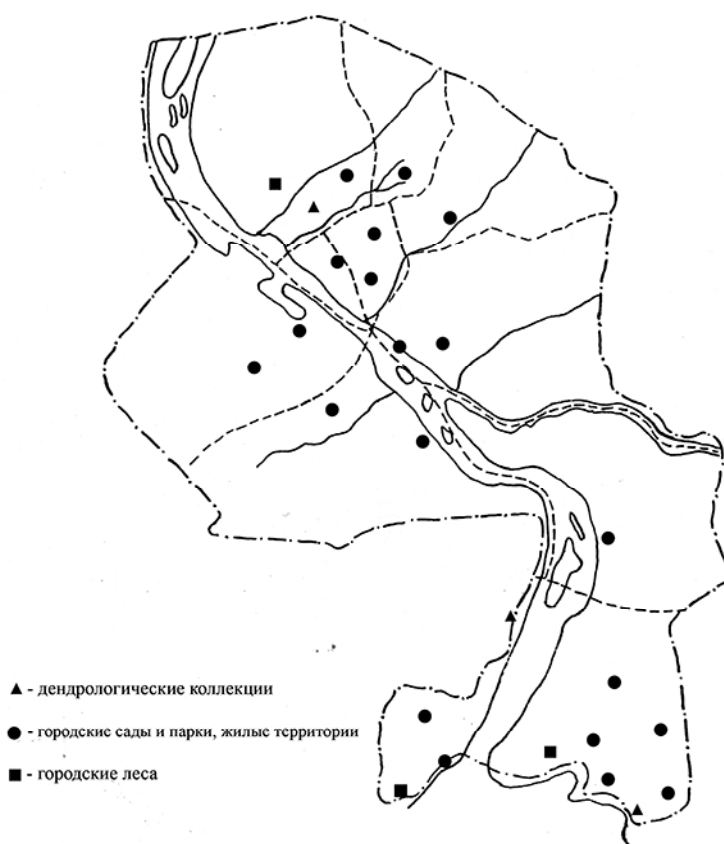


Рис. 1. Схема г. Новосибирска с указанием местоположения районов проведения исследований

ражений и повреждений болезнями и вредителями. Проводили описание материнских экземпляров (примерный возраст, высота, жизненная форма, состояние). В качестве методических пособий использовали работы И.Ю. Коропачинского, Т.Н. Встовской [2002, 2003, 2005] и других сибирских авторов [Лучник, 1970; Определитель..., 2000; Хлонов, 2003; Семёнова, 2007]. Анализ географического происхождения изучаемых видов проведён с учётом литературных данных [Степанов, 1994; Виноградова и др., 2015; и др.].

### Результаты и обсуждение

В результате исследований на ландшафтных объектах (объектах озеленения) Новосибирска нами зарегистрирован 151 вид и 27 форм и гибридов древесных растений. В их числе 33% (50 видов) – аборигенные растения, к которым отнесены виды природной флоры г. Новосибирска и Новосибирской области. Значительная часть таксонов городской дендрофлоры (более 95%), включая мало распространённые

чужеродные виды, в городе цветёт и плодоносит, 77% – возобновляется семенным и/или вегетативным путём. Способность к естественному семенному возобновлению зафиксирована у видов, принадлежащих к родам *Tilia*, *Crataegus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Acer*, *Amelanchier*, *Phellodendron*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Berberis*, *Cotoneaster*, *Viburnum*, *Syringa*, *Physocarpus* и др. Вегетативным путём возобновляются и тем самым длительное время сохраняются в насаждениях виды из родов *Swida*, *Elaeagnus*, *Sorbaria*, *Spiraea*, *Prunus*, *Robinia*, *Symphoricarpos*, *Vitis*, *Rosa*. При оценке естественного возобновления на территории города выявлены особи разных возрастных состояний – ювенильные, иматурные, виргинильные, молодые и средневозрастные генеративные растения.

В таблице приведены оригинальные данные по характеру и особенностям возобновления чужеродных видов древесных растений на территории Новосибирска, включая городские объекты озеленения и дендрологические коллекции.

**Таблица.** Перечень чужеродных видов древесных растений, естественно возобновляющихся семенным или вегетативным путём на территории г. Новосибирска

Название вида	Возраст начала плодоношения вида в городе	Местонахождение в городе	Характеристика возобновления
ACERACEAE Juss.			
<i>Acer ginnala</i> Maxim.	с 6 лет*	1, 3–6	самосев (до 1.4 м высотой) по территории, побеги возобновления от нижней части стволов старых деревьев и пней
<i>Acer tataricum</i> L.	с 5 лет*	1, 3–6	самосев (до 39 экз./м <sup>2</sup> ) на расстоянии 9–10 м от материнских растений, побеги возобновления от пней
<i>Acer negundo</i> L.	с 7 лет*	1–6	самосев вблизи и на удалении от материнских растений (от 5 до 15–20 экз./м <sup>2</sup> ), обильная пневая и корневая поросль
<i>Acer ukurunduense</i> Trautv. et. С.А. Mey.	с 16 лет ** с 7 лет***	4, 6	самосев (высота от 20–40 см до 1–2.5 м, от 4–5 до 24 экз./м <sup>2</sup> ) на удалении 6–12 м от материнских растений, единичный самосев на расстоянии более 50 м
<i>Acer platanoides</i> L.	с 17–20 лет	1, 2, 4–6	самосев вблизи материнских растений (потомство погибает на 3–4-й год), побеги возобновления от основания старых стволов

Таблица (продолжение)

Название вида	Возраст начала плодоношения вида в городе	Местонахождение в городе	Характеристика возобновления
<i>Acer mono</i> Maxim.	с 19 лет**	4–6	самосев вблизи материнских растений
<i>Acer mandshuricum</i> Maxim.	с 20–30 лет	4, 6	обильный самосев вблизи материнских растений
<i>Acer tegmentosum</i> Maxim.	с 13 лет**	4, 6	единичный самосев (высотой 20 см и более) вблизи и на расстоянии до 20–38 м от материнских растений
<i>Acer pseudosieboldianum</i> (Pax) Kom.	не плодоносит	4, 6	в вегетативном состоянии, возобновляется порослью от корней
<i>Acer campestre</i> L.	с 20–30 лет	4	самосев (6–7 экз./м <sup>2</sup> ) на расстоянии 1–7 м от материнских растений
ARALIACEAE Juss.			
<i>Eleutherococcus senticosus</i> (Rupr. et Maxim.) Maxim.	с 7 лет*	4, 6	вегетативное возобновление от основания крупных осей в пределах особи
<i>Eleutherococcus sessiliflorus</i> (Rupr. et Maxim.) S. Y. Hu	с 7 лет** с 14 лет***	4, 6	вегетативное возобновление от основания крупных осей в пределах особи
BERBERIDACEAE Juss.			
<i>Berberis amurensis</i> Rupr.	с 4 лет* с 8 лет** с 4–6 лет	1, 4–6	единичный самосев, вегетативное разрастание основания куста
<i>Berberis aquifolium</i> Nutt.	с 9 лет* с 7 лет***	2, 4, 6	самосев на влажных затенённых участках и под материнскими растениями
<i>Berberis vulgaris</i> L.	с 5–6 лет*	1–6	самосев, отводки, партикулярные кусты
<i>Berberis thunbergii</i> DC.	с 5 лет* с 6 лет	4, 6	самосев вблизи материнских растений и под кроной
BETULACEAE Gray.			
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	с 8 лет	2, 4, 6	самосев (в виргинильном и генеративном состоянии) на большом удалении от материнских растений во влажных местах, корневые разновозрастные отпрыски
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	нет данных	6	самосев в пойме р. Зырянка, пневая поросль
<i>Alnus hirsuta</i> (Spach) Turcz. ex Rupr.	с 8 лет	6	единичный самосев во влажных местах
<i>Corylus heterophylla</i> Fesch. ex Trautv.	с 7 лет* с 8 лет**	4, 6	самосев (высота 110 см) на 1–2 м от материнских растений, поросль от корневищ
<i>Corylus americana</i> Watt.	с 11 лет	6	поросль от корневищ
<i>Corylus cornuta</i> Marsh.	с 5–6 лет***	6	поросль от корневищ вокруг куста
CAPRIFOLIACEAE Juss.			
<i>Diervilla sessilifolia</i> Buckl.	с 4 лет	6	разрастание основания куста за счёт полегания и укоренения побегов
<i>Diervilla lonicera</i> Mill.	с 3 лет	1, 6	разрастание основания куста за счёт полегания и укоренения побегов
<i>Lonicera ruprechtiana</i> Regel	с 4 лет*	4, 6	единичный самосев вблизи материнских растений
<i>Symphoricarpus albus</i> (L.) Blake	с 4 лет	4–6	обильные отпрыски на корневищах
<i>Symphoricarpus occidentalis</i> Hook.	с 3 лет	4, 6	отпрыски на корневищах

Таблица (продолжение)

Название вида	Возраст начала плодоношения вида в городе	Местонахождение в городе	Характеристика возобновления
CELASTRACEAE R. Br.			
<i>Euonymus europea</i> L.	с 4 лет*	2, 4–6	самосев вблизи и на разном удалении от материнских растений, корневые отпрыски, отпрысковые (парциальные) растения
<i>Euonymus maakii</i> Rupr.	с 7 лет*	4, 6	разновозрастные корневые отпрыски на 2–4 м от материнских растений
<i>Euonymus verrucosa</i> Scop.	с 13 лет***	4–6	самосев вблизи материнского растения, корневые отпрыски на 1–2 м от материнских растений
<i>Euonymus nana</i> Bieb.	с 4–5 лет	6	укоренение полегающих побегов, отводки
CORNACEAE Dumort.			
<i>Swida sericea</i> (L.) Holub	с 5–6 лет	5, 6	укоренение полегающих побегов, образование куртин
CUPRESSACEAE Rich. ex Bartl.			
<i>Thuja occidentalis</i> L.	с 5–7 лет	6	самосев (в ювенильном и иматурном состоянии) вблизи материнских растений во влажном месте
ELAEAGNACEAE Juss.			
<i>Elaeagnus commutata</i> Bernth.	с 5 лет*	1–6	обильные корневые отпрыски, образующие куртины
<i>Shepherdia argentea</i> (Pursh) Nutt.	с 6 лет*	5, 6	единичное вегетативное и семенное возобновление вблизи материнских растений, часть потомства в генеративном состоянии
FABACEAE Lindl.			
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	нет данных	4–6	возобновление разрастанием от корневищ
<i>Maackia amurensis</i> Maxim. et Rupr.	с 14 лет**	4–6	единичное семенное возобновление под пологом материнских растений
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i> (Fisch. Ex Woloszcz.) Klosova	с 3 лет*	1, 4–6	побеги возобновления от основания и редко от полегающих побегов
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	нет данных	1, 4, 5	вегетативное возобновление от нижней части главных стволов, корневые отпрыски от 1 до 3 экз./м <sup>2</sup> вблизи материнских растений
FAGACEAE Dumort.			
<i>Quercus robur</i> L.	с 12 лет*	3–6	самосев вблизи и на удалении от материнских растений до 10–40 экз./ м <sup>2</sup> (большинство гибнет на 4–6-й год жизни, поражаются мучнистой росой), единичный крупный (до 2.5м) самосев в виргинильном состоянии
<i>Quercus mongolica</i> Fisch. ex Ledeb.	нет данных	4	самосев (высота до 0.5 м), 8 экз./м <sup>2</sup> на расстоянии до 20 м от материнских экземпляров
GROSSULARIACEAE DC.			
<i>Ribes aureum</i> Pursh.	с 3 лет*	1, 2, 4–6	отпрыски на корневищах за пределами материнских экземпляров



Таблица (продолжение)

Название вида	Возраст начала плодоношения вида в городе	Местонахождение в городе	Характеристика возобновления
<i>Ribes glandulosum</i> Grauer	с 4–5 лет	6	отводки на лежащих побегах, образование куртин
<i>Ribes americanum</i> Mill.	с 5 лет	6	отводки на лежащих побегах
HYDRANGEACEAE Dumort.			
<i>Deutzia parviflora</i> Bunge	с 4 лет	6	возобновление от почек в основании главной оси, разрастание куста
<i>Philadelphus tenuifolius</i> Rupr. et Maxim.	с 5–8 лет	2, 4–6	возобновление от укореняющихся лежащих ветвей, единичный самосев вблизи материнских растений
JUGLANDACEAE A. Rich. ex Kunth			
<i>Juglans mandshurica</i> Maxim.	с 11–16 лет**	1–4, 6	самосев (от 0.4 до 2–3 м высотой и более) в виргинильном и генеративном состоянии
<i>Juglans cinerea</i> L.	с 9 лет*	4	единичный самосев в виргинильном состоянии
MENISPERMACEAE Juss.			
<i>Menispermum dauricum</i> L.	с 3 лет*	4–6	поросль от поверхностной корневой системы и отводки на удалении до 7–10 м
OLEACEAE Hoff. et Link			
<i>Fraxinus mandshurica</i> Rupr.	нет данных	6	самосев вблизи материнских растений в иматурном и виргинильном состоянии
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh.	с 12 лет***	1, 2, 4–6	самосев вблизи материнских растений и на удалении до 10–20 м в иматурном и виргинильном состоянии
<i>Forsytcha europaea</i> Deg. et Bald.	с 6 лет	6	укоренение лежащих побегов
<i>Syringa josikaea</i> Jacq. Fil.	с 5 лет	1, 4–6	самосев, побеги возобновления в основании куста
<i>Syringa vulgaris</i> L.	с 7 лет	1, 2, 4–6	обильные отпрыски, частичные кусты на разном расстоянии от материнских растений, образование куртин из разновозрастных побегов
<i>Syringa wolfii</i> Schneid.	с 6 лет	2, 4–6	побеги возобновления в основании куста
<i>Syringa amurensis</i> Rupr.	с 7 лет*	1, 2, 4–6	самосев иматурного и виргинильного возрастного состояния (до 50 экз./м <sup>2</sup> ) вблизи и единично на удалении (до 7 м) от материнских растений
RANUNCULACEAE Juss.			
<i>Clematis paniculata</i> Thunb.	с 4 лет	1, 4, 6	самосев на незадернённых участках
<i>Clematis recta</i> L.	с 4 лет	4, 6	самосев (5 экз./м <sup>2</sup> ) на расстоянии до 4–5 м от материнских растений
ROSACEAE Juss.			
<i>Amelanchier spicata</i> (Lam.) C. Koch.	с 3–4 лет*	1–6	самосев разного возрастного состояния, включая генеративное, на расстоянии до 10–12 м от материнских растений; обильные отпрыски вокруг стволов на расстоянии более 2 м
<i>Amelanchier alnifolia</i> (Nutt.) Nutt.	с 4–6 лет	1–6	самосев разного возрастного состояния, включая генеративное, вблизи и на удалении от материнских растений, отпрыски вокруг материнских растений

Таблица (продолжение)

Название вида	Возраст начала плодоношения вида в городе	Местонахождение в городе	Характеристика возобновления
<i>Amygdalus nana</i> L.	с 4–6 лет*	1, 2, 4–6	многочисленные корневищные отпрыски, образует куртины
<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliott	с 7 лет***	1, 2, 4–6	редко укоренение горизонтально уклоняющихся боковых побегов
<i>Cerasus fruticosa</i> Pall.	с 6 лет*	1–6	многочисленные корневые отпрыски, образует куртины
<i>Chaenomeles maulei</i> (Mast.) C.K. Schneid.	с 6 лет	1, 4, 5	отпрыски по периметру куста
<i>Cotoneaster lucidus</i> Schlecht.	с 4–5 лет*	1, 2, 4–6	самосев высотой 20–45 см на расстоянии до 1.5 м от материнских растений
<i>Crataegus chlorosarca</i> Maxim.	с 12 лет	1, 4–6	самосев до 10–12 экз./м <sup>2</sup> разных возрастных состояний высотой до 1.1 м на расстоянии от 1 до 3 м от материнских растений
<i>Crataegus mollis</i> Scheele	с 12 лет	5, 6	самосев в виргинильном, прегенеративном и единично в генеративном состоянии
<i>Crataegus pinnatifida</i> Bunge	с 12–13 лет*	1, 4–6	самосев в виргинильном состоянии 4–5 экз./м <sup>2</sup> , в генеративном – 1 экземпляр на расстоянии 5 м от материнского растения
<i>Malus sieversii</i> (Ledeb.) M. Roem.	с 7–10 лет	4–6	единичное вегетативное возобновление (при повреждении корневой системы)
<i>Physocarpus opulifolius</i> (L.) Maxim.	с 4 лет*	1, 2, 4–6	семенное возобновление (от 1 до 47 экз./м <sup>2</sup> разного возрастного состояния, включая генеративное, на расстоянии до 4 м от материнских растений)
<i>Prunus maackii</i> (Rupr.) Kom.	с 6 лет*	1–6	самосев высотой от 0.4 до 1–2.5 м на расстоянии от 3–5 м до 30 м от материнских растений разного возрастного состояния, включая генеративное, возобновление на горизонтальных корнях
<i>Prunus virginiana</i> (L.) Mill.	с 7 лет*	1, 4–6	корневая поросль, образование небольших куртин
<i>Prunus pensylvanica</i> L.	с 4–5 лет* с 7–8 лет***	1, 2, 4–6	обильные корневые отпрыски 2–8 м высотой, отходящие в стороны на 2–15 м и более от материнских растений, значительная часть в генеративном состоянии
<i>Rosa glauca</i> Pourr.	с 4 лет*	1, 2, 4–6	отпрыски на длинных корневищах
<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	с 3 лет*	1, 2, 4–6	обильные отпрыски разного возраста на корневищах, образует куртины
<i>Rosa spinosissima</i> L.	с 5 лет	1, 5, 6	отпрыски на коротких корневищах
<i>Rubus odoratus</i> L.	с 2 лет	4, 6	самосев высотой 0.8–1.2 м на расстоянии 7 м от материнских растений, обильная корневая поросль, образует куртины
<i>Sorbaria sorbifolia</i> (L.) A. Br.	с 4 лет	1–6	многочисленные отпрыски от корневищ, парциальные кусты, образует большие куртины
<i>Spiraea douglasii</i> Hook.	с 2 лет* с 2–5 лет	1, 6	корневищные отпрыски, образует куртины

Таблица (окончание)

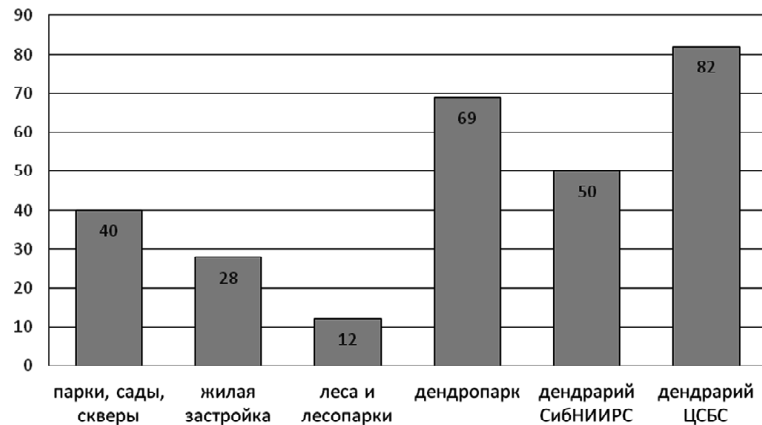
Название вида	Возраст начала плодоношения вида в городе	Местонахождение в городе	Характеристика возобновления
<i>Spiraea trichocarpa</i> Nakai	с 5 лет	1, 6	корневищные отпрыски, образует куртины
<i>Spiraea japonica</i> L. и её садовые формы	с 2 лет* с 2–3 лет	6	с 2010 г. даёт обильный самосев на незадернённых участках
RUTACEAE Juss.			
<i>Rhellodendron amurense</i> Rupr.	с 15 лет** с 12–15 лет	1, 4–6	единичный самосев высотой 0.9 м в виргинильном возрастном состоянии вблизи и на расстоянии до 10 м от материнских растений
SCHISANDRACEAE Blume			
<i>Schisandra chinensis</i> (Turcz.) Baill.	с 12 лет**	1, 6	корневищные отпрыски и отводки
ULMACEAE Mirb.			
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	с 10 лет*	4, 5	умеренный самосев вблизи и на удалении от материнских растений
<i>Ulmus japonica</i> (Rehd.) Sarg.	с 12 лет	4	самосев вблизи материнских растений
<i>Ulmus laciniata</i> (Trautv.) Mayr	с 12 лет*	4	самосев (21 экз./м <sup>2</sup> ) до 50 см высотой на расстоянии 13–20 м от материнских растений
VIBURNACEAE Rafin.			
<i>Viburnum lantana</i> L.	с 7 лет***	1, 2, 4–6	самосев высотой до 1.3 м (до 35 экз./м <sup>2</sup> ), включая особи в генеративном состоянии, корневая поросль у взрослых (более 30 лет) растений
<i>Viburnum sargentii</i> Koehne	с 7 лет***	4	самосев (2–3 экз./м <sup>2</sup> ) возле материнских растений
VITACEAE Juss.			
<i>Vitis amurensis</i> Rupr.	с 8 лет**	1, 4–6	отводки
<i>Parthenocissus quenquefolia</i> (L.) Planch.	с 7 лет*	1, 2, 4–6	отводки
<i>Parthenocissus inserta</i> (Kerner) Fritsch	нет данных	5, 6	отводки

**Примечание.** Возраст начала плодоношения приведён по данным: \* А.В. Скворцовой, З.Г. Екатеринчевой [1981], \*\* Г.И. Гороховой [1981], \*\*\* Т.Н. Встовской, И.Ю. Коропачинского [2005], а также собственным данным. Местонахождение: 1 – городские сады, парки, скверы; 2 – территории жилой застройки; 3 – городские леса, лесопарки; 4 – Новосибирский дендропарк, 5 – дендрарий СибНИИРС, 6 – дендрарий ЦСБС.

Анализ полученных данных показал, что из 91 чужеродного для Новосибирска вида древесных растений, дающих естественным путём семенное или вегетативное потомство, 40 видов произрастают в садах, парках и скверах, 28 встречаются на жилых территориях, 69 возобновляющихся видов отмечено в Новосибирском дендропарке, значительная часть (82 вида) выявлена в ЦСБС (рис. 2).

У некоторых видов, встречающихся как в городском озеленении, так и в дендрариях

(*Spiraea japonica*, *Malus sieversii*, *Clematis recta*, *Forsytcha europaea*, *Thuja occidentalis*, *Swida sericea*, *Euonymus verrucosa*, *Symphoricarpus albus*, *Corylus heterophylla*, *Berberis thunbergii*), естественное возобновление зафиксировано только в коллекционных насаждениях. Часть возобновляющихся в условиях Новосибирска видов древесных растений – *Parthenocissus inserta*, *Ulmus japonica*, *U. laciniata*, *Juglans cinerea*, *Ribes glandulosum*, *Deutzia parviflora*, *Quercus mongolica*,



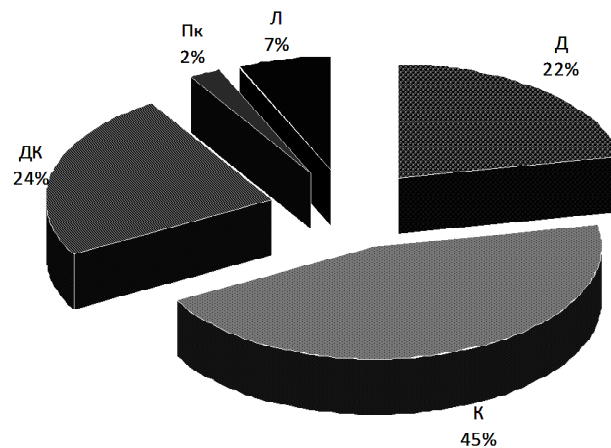
**Рис. 2.** Число возобновляющихся чужеродных видов древесных растений на объектах озеленения и в коллекционных насаждениях Новосибирска

*Shepherdia argentea*, *Euonymus nana*, *Corylus cornuta*, *C. americana*, *Alnus hirsuta*, *Eleutherococcus sessiliflorus* и *E. senticosus*, *Acer campestre*, *A. tegmentosum*, *A. mandshuricum*, *A. ukurunduense*, *Acer pseudosieboldianum* – произрастает только в дендрариях.

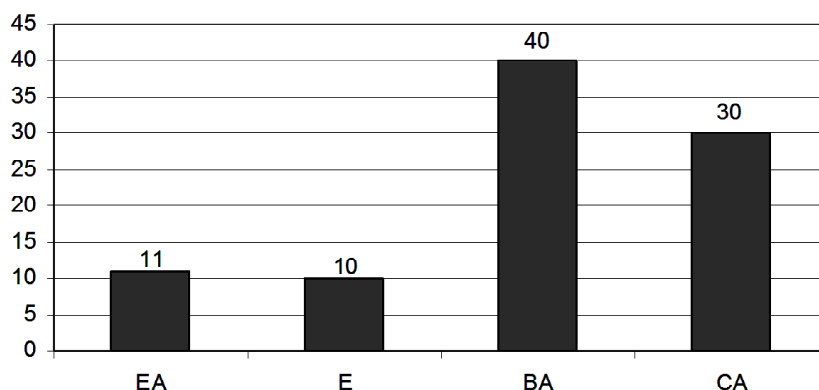
В ходе исследований у ряда чужеродных видов городской дендрофлоры не обнаружено естественного семенного или вегетативного потомства на территории г. Новосибирска: *Aesculus hippocastanum* L., *Aristolochia manshuriensis* Kom., *Betula microphylla* Bunge, *Hydrangea paniculata* Siebold, *Lonicera maackii* (Rupr.) Herd., *Lonicera nigra* L., *Pentaphylloides*

*davurica* (Nestl.) Ikonn., *Picea abies* (L.) Karst., *Picea pungens* Engelm., *Pinus mugo* Turra, *Populus suaveolens* Fisch., *Pyrus ussuriensis* Maxim., *Rhamnus ussuriensis* Ja. Vassil., *Salix ledebouriana* Trautv., *Salix fragilis* L., *Salix udensis* Trautv. et C.A. Mey., *Salix purpurea* L., *Salix schwerinii* E. Wolf, *Sibiraea altaensis* (Laxm.) Schneid., *Ulmus pumila* L.

В соответствии с принятой нами классификацией жизненных форм [Коропачинский, Встовская, 2002], 46% возобновляющихся в городе видов – деревья первой-третьей величины и деревца, 45% составляют кустарники, 7% – деревянистые лианы, 2% – полукустарники (рис. 3). У деревьев преобладает семен-



**Рис. 3.** Соотношение жизненных форм возобновляющихся в городе видов: Д – деревья первой – второй величины; ДК – деревья третьей величины и деревца, часто многостольные, приобретающие форму крупного кустарника (виды из родов *Acer*, *Prunus*, *Crataegus*); К – кустарники разной величины; Л – деревянистые лианы, Пк – полукустарники.



**Рис. 4.** Число естественно возобновляющихся в Новосибирске видов древесных растений разного географического происхождения: EA – виды с евразийским типом ареала, E – с европейским, BA – с восточно-азиатским, SA – с североамериканским.

ное возобновление, некоторые виды (*Alnus incana*, *A. glutinosa*, *Prunus maackii*) образуют также корневые отпрыски на разном удалении от материнских растений и поросль от пней, кустарники и лианы возобновляются преимущественно вегетативным путём.

Выявлено, что чужеродные древесные растения, естественно возобновляющиеся на территории г. Новосибирска, представлены разными географическими элементами. В результате анализа выделено 4 типа природных ареалов исследуемых видов (рис. 4).

Основу возобновляющихся древесных растений (44%) составляют виды с восточноазиатским типом ареала. К ним относятся, например, *Acer ginnala*, *Fraxinus mandshurica*, *Philadelphus tenuifolius*, *Prunus maackii*, распространённые в городских ландшафтах и редко встречающиеся в озеленении города деревья, кустарники и лианы (*Syringa amurensis*, *Syringa wolfii*, *Juglans mandshurica*, *Viburnum sargentii*, *Vitis amurensis*). Они успешно используются в ландшафтном строительстве, проявляют устойчивость и высокие декоративные качества в самых разных экологических условиях крупного сибирского города. Плодоносят и дают самосев дальневосточные клёны (*Acer mono*, *A. tegmentosum*, *A. mandshuricum*), естественно произрастающие в более тёплых по сравнению с Новосибирском регионах, реликтовые виды (*Phellodendron amurense*, *Maackia amurensis*). Вегетативно возобновляются, об-

разуя большие куртины-клоны, лианы (*Vitis amurensis* и *Menispermum dauricum*), а также широко распространённый в городском озеленении кустарник *Rosa rugosa*, имеющий природный ареал в самых южных районах Дальнего Востока. В трёх дендрологических коллекциях отмечено семенное потомство у представителя широколиственных лесов российского Дальнего Востока *Maackia amurensis*, который сохраняет в условиях Новосибирска жизненную форму дерева, отличается обильным декоративным цветением и высоким репродуктивным потенциалом, образуя большое количество жизнеспособной пыльцы и формируя качественные семена [Чиндяева, Киселёва, Цыбуля, 2012]. Интенсивное семенное возобновление разного возрастного состояния зафиксировано у *Juglans mandshurica* в жилых микрорайонах Новосибирского научного центра (ННЦ СО РАН), в озеленении которых вид стал применяться с начала 1960-х гг.

Длительно произрастает на территории дендропарка и в ЦСБС слабо зимостойкий дальневосточный клён *Acer pseudosieboldianum*, интродуцированный в Новосибирске более 50 лет назад. Он сохранился в коллекционных посадках в виде невысоких (от 0.8 до 1.2–1.4 м) растений, образующих большие живописные куртины. В местах естественного обитания вид имеет форму невысокого деревца или кустарника, флористически близок к североамериканскому *Acer circinatum* Pursh, который

в условиях природного ареала часто «изогнут и ползёт по земле» [Коропачинский, Встовская, 2002, с. 474–475; Элайс Томас С., 2014]. К видам с данным типом ареала отнесены *Corylus heterophylla*, *Euonymus maakii*, *Menispermum dauricum*, *Quercus mongolica*, *Ulmus japonica*, *Alnus hirsute*, встречающиеся, помимо Дальнего Востока, в некоторых районах Восточной Сибири, а также эндемичный вид *Cotaneaster lucidus*, произрастающий в восточной части Восточного Саяна (Тункинская котловина) и вокруг южной оконечности оз. Байкал, и несколько чужеродных видов, имеющих природный ареал за пределами России – в Китае, Корее, Японии (*Berberis thunbergii*, *Chaenomeles maulei*, *Clematis paniculata*, *Spiraea japonica*, *Spiraea trichocarpa*).

Большую группу возобновляющихся видов (33%) составляют растения североамериканского происхождения, включая традиционные в озеленении Новосибирска, а также редкие в городе или произрастающие только в коллекционных насаждениях. Семенным путём и вегетативно активно возобновляются *Acer negundo*, *Amelanchier spicata*, *A. alnifolia*, *Physocarpus opulifolius*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Elaeagnus commutata* и др. Длительное время (более 40–50 лет) сохраняются на объектах озеленения и в коллекциях, возобновляясь вегетативно и распространяясь в местах посадки, *Parthenocissus inserta*, *P. quenquefolia*, *Symphoricarpos albus*, *S. occidentalis*, *Swida sericea*, а также подмерзающие в местных условиях, но обладающие хорошей регенерационной способностью *Amorpha fruticosa* и *Robinia pseudoacacia*. Крупную куртину в Новосибирском дендропарке сформировал вид *Rubus odoratus*, введённый в культуру в 1948 г., возобновляясь как семенами, так и вегетативно. Среди наиболее активно возобновляющихся в городской среде североамериканских видов – *Acer negundo*, в Новосибирске он часто произрастает вдоль автомагистралей и железных дорог, в парках, садах, скверах, у жилых домов, используется в зелёном строительстве с середины прошлого века, характеризуется быстрым ростом и обильным плодоноше-

нием. На ландшафтных объектах и в коллекционных насаждениях нами выявлена вегетативная подвижность вида *Prunus pensylvanica*, имеющего жизненную форму многоствольного деревца. Недолговечный в местных условиях чужеродный вид везде образует многочисленное потомство разного возрастного состояния, включая большое количество плодоносящих экземпляров, в дендрарии СибНИИРС 94% особей данного вида находится в генеративном состоянии.

По результатам исследований А.П. Белановой широко распространённый в городском озеленении полиморфный устойчивый вид *Physocarpus opulifolius* отнесён к потенциально инвазионным. В условиях Новосибирска вид характеризуется обильным плодоношением, естественным возобновлением, высокой всхожестью семян, коротким прегенеративным периодом развития. Масса 1000 плодов пузыреплодника в местных условиях составляет  $10.71 \pm 0.1$  гр., при осеннем посеве семян в грунт без предварительной стратификации всхожесть их достигает 75.3% [Беланова и др., 2017].

К растениям с евроазиатским типом ареала отнесено 11 возобновляющихся видов (12% от общего числа), 5 из них (*Acer tataricum*, *Clematis recta*, *Euonymus europaea*, *E. nana*, *Viburnum lantana*) естественно распространены в странах Европы, в Малой и Центральной Азии. В Новосибирске они интродуцированы в середине прошлого века [Скворцова, Екатеринчева, 1981]. В их числе успешно возобновляющийся в городе семенным путём *Acer tataricum*, природный ареал которого в европейской части России, на юго-востоке Западной Европы и Балканском полуострове, в Иране и Турции, где вид встречается в подлеске широколиственных лесов, на вырубках, на высоких гривах в поймах рек [Деревья и кустарники СССР, 1958]. В Новосибирске он особенно широко распространён по территории дендропарка, где впервые появился в 1951 г. Семенное возобновление вида зафиксировано на разном удалении от материнских растений, на участках разреженных насаждений и их опушках. Обильный самосев выявлен у вида



*Viburnum lantana*, произрастающего в центральной и южной частях европейской России, в средней и южной Европе, в Западной Азии, Северной Африке [Деревья и кустарники СССР, 1962]. Среди потомства *Viburnum lantana* на территории Новосибирска встречаются особи в генеративном состоянии. На территории дендрологических коллекций и интродукционных участках ЦСБС даёт самосев средиземноморско-европейский вид *Clematis recta*, в дендропарке он сохраняется естественным путём с конца 1980-х гг., когда прекратились работы по поддержанию насаждений. Вид *Euonymus europaea*, распространённый в природе в европейской части России, в Крыму, на Кавказе, в Западной Европе и Малой Азии, даёт потомство на территории многих объектов озеленения Новосибирска в местах произрастания материнских особей.

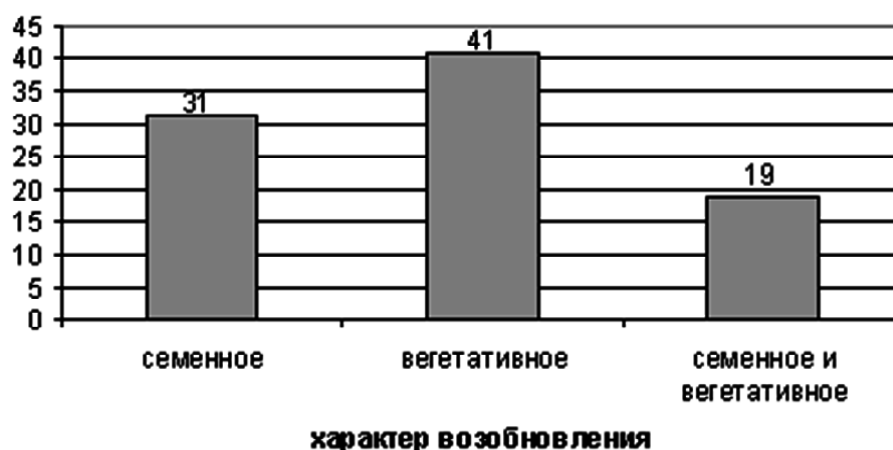
Шесть евразийских видов – *Alnus incana*, *A. glutinosa*, *Amygdalus nana*, *Cerasus fruticosa*, *Rosa spinosissima*, *Ulmus laevis* естественно произрастают на территории Западной и Восточной Европы, в Малой Азии, а также встречаются в западных и юго-западных районах Сибири, но не отмечены в составе природной флоры Новосибирской области и отнесены к чужеродным видам.

У распространённого в городском озеленении *Ulmus laevis* основная часть ареала находится в Европе. На территории Сибири его местообитания отмечены в Тобол-Ишимском междуречье, в верховьях левых притоков Тобола к западу от 63° в. д. и между 57 и 60° с. ш., в некоторых районах Западной Сибири он натурализуется, а в Новосибирской области имеет статус потенциально инвазионного вида [Чёрная книга..., 2016, с. 347–349]. В Новосибирске самосев вида отмечен на территории дендропарка и коллекционных насаждений, а также за их пределами.

*Amygdalus nana* естественно произрастает в Западной и Восточной Европе, включая южную Германию, Венгрию, Чехию, в Средиземноморье, в степной и лесостепной зонах европейской России, в Крыму, на Кавказе, на северо-западе Средней Азии, в Сибири вид встречается в верховьях Тобола и в самых южных

степных районах в предгорьях Западного Алтая [Флора Восточной Европы, 2001; Коропачинский, Встовская, 2002, с. 296]. Он культивируется в Новосибирске с 1953 г., на объектах озеленения в процессе естественного старения и отмирания главных осей с 15–20-летнего возраста образует большое количество отпрысков на подземных корневищах, которые распространяются за пределы материнских растений на расстояние нескольких метров, занимая новые территории в садах и парках [Киселёва, Чиндяева, 2013]. *Alnus glutinosa* является одним из наиболее широко распространённых видов ольхи, его природный ареал в Европе, на Кавказе, в Средней Азии, Северной Африке, в Сибири – в Тюменской и Курганской областях [Банаев, Шемберг, 2000]. Естественное возобновление вида зарегистрировано на территории дендрария ЦСБС. *Alnus incana* (естественный ареал в Западной Европе, европейской части России, на Кавказе, в Малой Азии, Северной Африке, в Западной Сибири западнее 86° в. д. – в Тюменской, Курганской, Омской областях) в насаждениях Новосибирска встречается редко, материнские растения на объектах озеленения и в коллекционных посадках образуют обильные корневые отпрыски, на увлажнённых участках отмечен самосев.

Из 10 естественно возобновляющихся в условиях Новосибирска европейских видов масовый самосев зафиксирован у вида широколиственных лесов европейской России и Западной Европы *Quercus robur*. Его потомство, включая единичные крупные особи в виргинильном состоянии, встречается преимущественно на территориях с умеренной антропогенной нагрузкой – в лесопарках и дендрариях. Значительная часть самосева подвержена поражению мучнисто-росяными грибами. На ландшафтных объектах разного назначения отмечено семенное и вегетативное возобновление растений с природным ареалом в Средней и Южной Европе, Западной Украине, в Карпатах и горных областях Балканского полуострова – *Berberis vulgaris*, *Syringa vulgaris*, *S. josikaea*. Широко распространённый в озеленении вид *Syringa vulgaris* образует обиль-



**Рис. 5.** Число видов древесных растений, возобновляющихся на территории города семенным или вегетативным путём.

ные отпрыски на разном расстоянии от материнских растений, формирует крупные куртины из разновозрастных побегов. В дендрологических коллекциях встречается самосев у *Euonymus verrucosa*, у слабо зимостойкого в Сибири *Acer campestre*, а также у вида *Acer platanoides*, который признан неперспективным и отнесён к значительно повреждающимся в местных условиях интродуcentам [Встовская, Коропачинский, 2005]. Растения *Acer platanoides* в течение длительного времени (более 40–50 лет) сохраняются в городских насаждениях, восстанавливаясь естественным путём за счёт образования новых стволов от основания материнских растений после сильных зимних повреждений.

В ходе исследований выявлено, что большинство чужеродных древесных растений на территории Новосибирска возобновляется вегетативно – 45%, дают самосев 34%, возобновляются как вегетативно, так и семенным путём 21% видов (рис. 5).

Способность одновременно к естественному семенному и вегетативному воспроизводству в местных условиях зафиксирована у представителей родов *Euonymus*, *Syringa*, *Amelanchier*, *Prunus*, *Viburnum* и др. Среди них выделяется *Euonymus europaea*, его многочисленное вегетативное и семенное потомство отмечено нами на многих объектах озеленения, включая районы жилой застройки. Особенно интенсивно естественным путём рас-

пространяется данный вид по территории Новосибирского дендрологического парка, здесь он впервые посажен в 1954 г. (образцы получены из г. Пензы) и к настоящему времени сформировал большие куртины-клоны. Вегетативная подвижность позволяет *Euonymus europaea* постепенно увеличивать занимаемую территорию в городских насаждениях.

У дальневосточного вида *Prunus maackii* помимо семенного потомства (включая плодоносящие особи) в городской среде часто наблюдается вегетативное возобновление на горизонтальных корнях сенильных растений с образованием дочерних экземпляров на расстоянии 1.5–2 (3) м, а также замещение отмирающих стволов в возрасте более 50–60 лет побегами возобновления от основания материнского растения.

Среди естественно возобновляющихся в городской среде видов преобладают растения-мезофиты – 56 видов (62% от числа зарегистрированных) – *Acer negundo*, *Physocarpus opulifolius*, *Euonymus europaea*, *Prunus pensylvanica*, *Rosa rugosa*, *Sorbaria sorbifolia* и др. Около 30% (27 видов) отнесено к мезоксерофитам (*Acer tataricum*, *Amelanchier spicata*, *A. alnifolia*, *Berberis thunbergii*, *Corylus americana*, *Crataegus chlorosarca*, *Quercus robur*, *Cotoneaster lucidus*, 6 видов – ксерофиты (*Amygdalus nana*, *Elaeagnus commutata*, *Rosa spinosissima* и др.), 2 вида (*Alnus incana* и *Alnus glutinosa*) – гигрофиты.

Выявлено, что отсутствие возобновления или его низкая численность у того или иного вида древесных растений в городских садах, парках, скверах часто обусловлены своевременным проведением работ по уходу за зелёными насаждениями и удалением потомства чужеродных видов с объектов озеленения.

В результате проведённых исследований чужеродные древесные растения, дающие естественное потомство на территории города, разделены нами на 3 группы по характеру возобновления. В первую включено 14 видов, наиболее активно возобновляющихся семенами и/или вегетативно и расселяющихся по территории ландшафтных объектов и за их пределами: *Acer negundo*, *A. ginnala*, *A. tataricum*, *Amelanchier spicata*, *A. alnifolia*, *Prunus pennsylvanica*, *Physocarpus opulifolius*, *Elaeagnus commutate*, *Euonymus europea*, *Quercus robur*, *Juglans mandshurica*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Ulmus laevis*, *Sorbaria sorbifolia*. Ко второй группе отнесены виды, вегетативно возобновляющиеся и увеличивающие территорию произрастания за счёт образования больших или меньших по площади куртин-клонов: *Amygdalus nana*, *Amorpha fruticose*, *Berberis vulgaris*, *Euonymus maakii*, *Menispermum dauricum*, *Parthenocissus quenquefolia*, *P. inserta*, *Rosa rugosa*, *Rubus odoratus*, *Ribes aureum*, *Robinia pseudoacacia*, *Spiraea douglasii*, *Symphoricarpos albus*, *S. occidentalis*, *Swida sericea*, *Syringa vulgaris*, *Vitis amurensis*. В третью вошли виды, которые не увеличивают занимаемую площадь, но в течение длительного времени сохраняются в местах посадки благодаря хорошей регенерационной способности и восстановлению после повреждений или естественного отмирания старых стволов за счёт образования побегов возобновления от основания материнских растений (*Acer platanoides*, *Eleutherococcus senticosus* и *E. sessiliflorus*, *Deutzia parviflora*, *Syringa josikaea*, *S. wolfii*, *Chaenomeles maulei*, *Chamaecytisus ruthenicus*). Выявлено, что часть чужеродных видов в Новосибирске возобновляется при наличии подходящих благоприятных экологических условий, образуя отводки на лежащих ветвях, давая поросль возле

материнских растений или самосев на влажных и незадернённых участках (*Alnus hirsute*, *Berberis aquifolium*, *Clematis paniculata*, *Corylus americana*, *C. cornuta*, *Diervilla lonicera*, *Euonymus nana*, *Ribes americanum*, *Rosa spinosissima*, *Spiraea japonica*, *Thuja occidentalis* и др. Отмечено также, что процессы естественного возобновления древесных растений в условиях крупного сибирского города имеют определённую специфику, их развитие зависит от многих факторов. Усиление интенсивности процессов возобновления в последние 15–20 лет мы связываем, в том числе, с некоторым потеплением климата Новосибирска, с более высокими температурными показателями градостроительной среды по сравнению с пригородными территориями. Кроме того, на численность возобновления растений может влиять снижение интенсивности или полное отсутствие ухода за насаждениями на многих ландшафтных объектах города. В дальнейшем предполагается изучение биологического разнообразия насекомых-посетителей интродуцированных видов как важного фактора, влияющего на репродуктивные процессы растений и во многом определяющего наличие естественного возобновления на урбанизированных территориях Сибири.

### Заключение

Впервые в условиях г. Новосибирска на территории дендрологических коллекций и разных по назначению городских ландшафтных объектов зарегистрирован 91 чужеродный вид древесных растений, естественно возобновляющихся семенным путём и вегетативно. Большая часть из них (44%) – восточноазиатские виды, 33% – виды североамериканского происхождения, 12% видов – с евроазиатским типом ареала и 11% – с европейским. 6 видов из группы евразийских (*Alnus incana*, *A. glutinosa*, *Amygdalus nana*, *Cerasus fruticosa*, *Rosa spinosissima*, *Ulmus laevis*) встречаются на территории Сибири, однако не входят в состав природной флоры Новосибирской области и отнесены к чужеродным. Некоторые из них (*Ulmus laevis*, *Amygdalus nana*, *Alnus incana*) длительное время культивируются в городс-

кой среде, они активно возобновляются естественным путём на объектах озеленения и в коллекциях.

Выявлено, что большинство чужеродных древесных растений на территории Новосибирска возобновляется вегетативно – 45%, дают самосев 34%, возобновляются как вегетативно, так и семенным путём 19 видов (21%). Почти половина возобновляющихся видов – деревья первой-третьей величины и дерева, 45% – кустарники, 7% – деревянистые лианы, 2% – полукустарники. Среди возобновляющихся видов преобладают мезофиты.

Отмечено, что в последние годы происходит активное возобновление и распространение на территории города многих чужеродных видов, включая *Acer negundo*, *Quercus robur*, *Juglans mandshurica*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Ulmus laevis*, *Euonymus europea*, *Physocarpus opulifolius*, *Elaeagnus commutata*, *Sorbaria sorbifolia*. Обилие и характер распространения семенного и вегетативного потомства по городской территории во многом зависит от состояния напочвенного покрова, интенсивности ухода за насаждениями и других факторов.

Работа выполнена в рамках государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН по проекту «Анализ внутривидовой структуры ресурсных растений Азиатской России, отбор и сохранение генофонда» (№ 0312-2018-0007), номер гос. регистрации проекта: АААА-А17-117012610054-6. При подготовке статьи использовались материалы биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте» (Дендрарий), УНУ № USU\_440534.

### Литература

- Банаев Е.В., Шемберг М.А. Ольха в Сибири и на Дальнем Востоке России (изменчивость, таксономия, гибридизация). Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. 99 с.
- Баранова О.Г., Бралгина (Зянкина) Е.Н. Инвазионные виды растений в трёх городах Удмуртской республики // Российский журнал биологических инвазий. 2015. № 4. С. 14–21.
- Беланова А.П. Анализ инвазионности древесных растений в условиях лесостепной зоны Новосибирской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2016. 17 с.
- Беланова А.П., Эбель А.Л., Лях Е.М. Анализ инвазионной активности *Physocarpus opulifolius* в условиях лесостепной зоны Новосибирской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. № 3 (149). 2017. С. 87–92.
- Веснина Н.Н. Особенности возобновления древесных интродуцентов в дендропарке г. Новосибирска // В сб.: Ботанические исследования в Азиатской России: Материалы XI съезда русского ботанического общества. Барнаул: Азбука, 2003. Т. 3. С. 155–156.
- Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Чёрная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М.: ГЕОС, 2010. 494 с.
- Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Бочкин В.Д. Влияние чужеродных видов растений на динамику флоры территории Главного ботанического сада РАН // Российский журнал биологических инвазий. № 4. 2015. С. 22–41.
- Встовская Т.Н., Коропачинский И.Ю. Определитель местных и экзотических древесных растений Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2003. 702 с.
- Встовская Т.Н., Коропачинский И.Ю. Древесные растения Центрального сибирского ботанического сада. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2005. 235 с.
- Горохова Г.И. Биоморфологические особенности некоторых представителей флоры смешанных лесов Приморья при интродукции их в лесостепную зону Западной Сибири: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1981. 16 с.
- Деревья и кустарники СССР дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции / Под ред. С.Я. Соколова. Т. 4. Покрытосеменные. Семейства Бобовые – Гранатовые. М.; Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1958. С. 454.
- Деревья и кустарники СССР дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции / Под ред. С.Я. Соколова. Т. 6. Покрытосеменные. Семейства Логаниевые – Сложноцветные. М.; Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1962. С. 168–169.
- Джус М.А. Фитоинвазии как угроза биологическому разнообразию // Техника без опасности. 2010. № 1. С. 30–32.
- Карпун Ю.Н. Основы интродукции растений // Hortus botanicus. 2004. 2. Р. 17–32.
- Киселёва Т.И., Чиндяева Л.Н. Особенности цветения и плодоношения *Amygdalus nana* L. в лесостепном Приобье // В сб.: Охрана и рациональное использование лесных ресурсов. Мат. VI Международного форума. Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2013. С. 81–85.

- Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н. Древесные растения Азиатской России. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2002. 706 с.
- Лесные ресурсы Новосибирской области / И.А. Бех, С.И. Кабалин, И.Ф. Кириенко и др. Новосибирск, 1992. 218 с.
- Лучицкая И.О., Белая Н.И., Арбузов С.А. Климат Новосибирска и его изменения / Под ред. Р.А. Ягудина; Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. 224 с.
- Лучник З.И. Интродукция деревьев и кустарников в Алтайском крае. М.: Колос, 1970. 653 с.
- Лучник З.И. Декоративная долговечность кустарников в культуре. Новосибирск: Наука, 1988. 102 с.
- Определитель растений Новосибирской области / И.М. Красноборов, М.Н. Ломоносова, Д.Н. Шауло и др. Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 2000. 492 с.
- Пивкин В.М., Чиндяева Л.Н. Экологическая инфраструктура сибирского города (на примере Новосибирской агломерации). 2-е изд., доп. Новосибирск: Сибпринт, 2005. 194 с.
- Природа Академгородка: 50 лет спустя / Отв. ред. И.Ф. Жимулёв; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т цитологии и генетики [и др.]. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. С. 41–46 с.
- Работнов Т.А. Экспериментальная фитоценология. М.: Изд-во МГУ, 1987. 160 с.
- Семёнова Г.П. Редкие и исчезающие виды флоры Сибири: биология, охрана / Рос. акад. наук, Сиб. отделение, Центральный сибирский ботанический сад. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2007. 408 с.
- Скворцова А.В., Екатеринчева З.Г. Рекомендации по использованию интродуцентов в лесном хозяйстве и озеленении. Новосибирск: НТО лесной промышленности и лесного хозяйства, 1981. 95 с.
- Степанов Н.В. Флорогенетический анализ (на примере северо-восточной части Западного Саяна): Учебное пособие. Часть 1 / Красноярский гос. ун-т. Красноярск, 1994. 108 с.
- Таран И.В., Спиридонов В.Н., Беликова Н.Д. Леса города. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. С. 115.
- Таран И.В., Спиридонов В.Н., Беликова Н.Д. Преобразование пригородных лесов / Отв. ред. Е.В. Банаев; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Центральный сибирский ботанический сад. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. 148 с.
- Фирсов Г.А., Бялт В.В. Обзор древесных экзотов, дающих самосев в г. Санкт-Петербурге (Россия) // Российский журнал биологических инвазий. № 4. 2015. С. 129–151.
- Флора Восточной Европы. Т. 10 / Отв. ред. Н.Н. Цвелёв. М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2001. С. 602–603.
- Хлонов Ю.П. Атлас деревьев и кустарников Западной Сибири: Новосибирская область. Новосибирск: Наука, 2003. 118 с.
- Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / Л.И. Воронцова, Л.Е. Гатцук, В.Н. Егорова и др. М.: Наука, 1976. 217 с.
- Чёрная книга флоры Сибири / Науч. ред. Ю.К. Виноградова, отв. ред. А.Н. Куприянов; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2016. 440 с.
- Чиндяева Л.Н., Киселёва Т.И. Таксономический состав и состояние коллекции древесных растений Новосибирского дендропарка // В сб.: Труды Томского государственного университета. Томск: Изд-во Томского ун-та, 2010. Т. 274. Сер. Биологическая: Ботанические сады. Проблемы интродукции. С. 426–428.
- Чиндяева Л.Н., Киселёва Т.И., Цыбуля Н.В. Некоторые биологические особенности *Maackia amurensis* при интродукции в лесостепном Приобье // Проблемы региональной экологии. № 3. 2012. С. 107–112.
- Элайс Томас С. Североамериканские деревья. Определитель / Пер. с англ. под ред. И.Ю. Коропачинского. Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Центральный сибирский ботанический сад. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2014. С. 787–788.
- Callaway R.M., Aschehoug E.T. Invasive plants versus their new and old neighbors: a mechanism for exotic invasion // Science. 2000. Vol. 290. P. 521–523.
- Richardson D.M., Pysek P., Rejmanek M. et al. Naturalization and invasion of alien plants: concept and definition // Diversity and distribution. 2000. Vol. 6. P. 93–107.

# PATTERNS OF NATURAL REGENERATION OF ALIEN SPECIES OF WOODY PLANTS IN NOVOSIBIRSK

Chindyaeva L.N.\*, Belanova A.P., Kiseleva T.I.

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS  
Novosibirsk 630090;  
e-mail: \* [lnikch@yandex.ru](mailto:lnikch@yandex.ru)

For the first time in the territory of the big Siberian city of Novosibirsk in the arboreta, gardens, parks, and residential areas, 91 species of woody plants of different geographical origin, which naturally produce seed and vegetative progeny, have been revealed. It has been established that 44% of species regenerating in the city grow naturally in the area of the Russian Far East and countries of south-eastern Asia, Thirty three percent are of North American origin and 23% of species have European and Eurasian range types. Most of alien species (45%) have vegetative regeneration, 34% of species are self-seeding and 21% of species have seed and vegetative regeneration. By a character of natural regeneration in urban environment, there are three groups of alien species: species that actively regenerate by seed and also have vegetative regeneration and spread over landscape objects and outside them (*Acer negundo*, *Amelanchier spicata*, *A. alnifolia*, *Elaeagnus commutata*, *Euonymus europea*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Prunus pensylvanica*, *Physocarpus opulifolius*, *Ulmus laevis* and others), species that have vegetative regeneration and increase the area of growth due to formation of clump-clones (*Amorpha fruticosa*, *Menispermum dauricum*, *Parthenocissus quenquefolia*, *P. inserta*, *Rosa rugosa*, *Rubus odoratus*, *Symphoricarpos albus*, *Syringa vulgaris*, *Swida sericea*, *Vitis amurensis*), and those that regenerate and remain for long in the sites of planting without increase in the area (*Acer platanoides*, *Eleutherococcus senticosu*, *E. sessiliflorus*, *Deutzia parviflora*, *Syringa josikaea*, *S. wolfii*).

**Key words:** alien woody plant species, urban environment, naturalization, Novosibirsk.



УДК 595.75:574.5

# НОВАЯ НАХОДКА КЛОПА *ANISOPS SARDEUS SARDEUS* HERRICH-SCHAEFFER, 1849 (HETEROPTERA, NOTONECTIDAE) В ВОДОЁМАХ ЮГА РОССИИ

© 2018 Шаповалов М.И.\*, Сапрыкин М.А.

Адыгейский государственный университет,  
 Майкоп, Республика Адыгея, 385000;  
 e-mail: \* [shapmaksim2017@yandex.ru](mailto:shapmaksim2017@yandex.ru)

Поступила в редакцию 23.03.2018

Подтверждено обитание чужеродного клопа *Anisops sardeus sardeus* Herrich-Schaeffer, 1849 (Notonectidae) в водоёмах Северо-Западного Кавказа. Представители вида собраны на территории города Майкопа в 2017 г. Это третья находка данного вида на Юге России, и она является самой северной для территории России.

**Ключевые слова:** чужеродный вид, Майкоп, Адыгея, Северо-Западный Кавказ, *Anisops sardeus sardeus*, Notonectidae, Heteroptera.

## Введение

Выявление и мониторинг инвазий чужеродных видов является одной из ключевых задач в исследованиях водных экосистем [Алимов и др., 2000; Strayer, 2010]. Национальная система мониторинга чужеродных видов в пресноводных водоёмах в настоящее время включает всего 10 постоянных полигонов, расположенных в пределах так называемого северного Европейского инвазионного коридора [Дгебуадзе и др., 2005]. Это представляется недостаточным для понимания и комплексной оценки инвазионных процессов в континентальных водоёмах, в том числе Юга России.

Биологический мониторинг является ключевым элементом раннего выявления чужеродных видов. Комплексное изучение гидрофауны Северо-Западного Кавказа, проводимое авторами в период с 2003 по 2017 г., позволило накопить значительную информацию по водным и амфибиотическим насекомым региона, в частности по водным полужесткокрылым. По результатам исследований в фауне Северо-Западного Кавказа было отмечено 50 видов водных полужесткокрылых из 21 рода

и 11 семейств, инфраотрядов Nepomorpha и Gerromorpha [Шаповалов и др., 2017]. Семейство Notonectidae в регионе представлено 4 видами, из родов *Notonecta* (*N. glauca*, *N. meridionalis*, *N. viridis*) и *Anisops*. Первое упоминание инвазионного *Anisops sardeus sardeus* Herrich-Schaeffer, 1849 из Адыгеи в 2010 г. было основано на находке самок, морфология которых не давала полной уверенности в правильности видового определения. Однако эти самки не отличались от изученных экземпляров *Anisops sardeus sardeus* Herrich-Schaeffer, 1849 из Кабардино-Балкарии и Грузии.

## Материал и методы

Для сбора водных полужесткокрылых использовалась методика кошения гидробиологическим сачком [Голуб и др., 2012]. Мешок сачка изготавливался из мельничного газа с ячейкой площадью 1 мм<sup>2</sup> (диаметр кольца 30 см, глубина мешка 50 см). Собраный материал помещали в пробирки с 96%-м этанолом, этикетировали.

В полевых условиях локалитеты фиксировались при помощи GPS-навигатора Garmin

eTrex 30. Места находок видов заносились в электронную базу данных на основе программы QgisLion 2.04, в основу брались полигоны площадью 10 км с привязкой к системе координат.

Определение водных полужесткокрылых проводили в лабораторных условиях с использованием бинокля Микромед МС-3 ZOOM Led. Гениталии препарировались по стандартной методике [Керкис, 1926]. Фотографии сделаны фотокамерой Canon PowerShot A580, с помощью микроскопа Микромед-3 вар. 3-20. Определение видовой принадлежности пойманных особей проводилось согласно опубликованных ключей [Brooks, 1951].

Изучение водных и амфибиотических насекомых на территории города Майкопа ведётся с 2006 г. В 2017 г. в период с января по декабрь были обследованы 12 водоёмов на городской территории, сборы водных беспозвоночных на которых проводились с периодичностью – 3–4 раза.

Водоём, в котором был отловлен клоп *Anisops sardeus sardeus* Herrich-Schaeffer, 1849, расположен в северо-восточной части города Майкопа (ул. Железнодорожная), в промышленной зоне на территории хозяйственных складов. Пруд-отстойник, площадь водоёма 200 м<sup>2</sup>, глубина 1.5 м; питание грунтовыми водами и атмосферными осадками, степень зарастания прибрежно-водной растительностью (*Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, осоки *Carex* и др.) менее 15%.

### Результаты и обсуждение

Собран новый материал, позволивший подтвердить обитание *Anisops sardeus sardeus* Herrich-Schaeffer, 1849 (Heteroptera, Notonectidae) на Северо-Западном Кавказе.

**Материал.** 1♂, 1♀, 10.11.2017, Республика Адыгея, Майкоп (N44.620057, E40.136837), 182 м над ур. моря.

Размеры отловленных особей – 8.4 мм♂, 8.3 мм♀. На рисунке 1 представлены основные диагностические признаки самца *Anisops sardeus sardeus* Herrich-Schaeffer, 1849 (рис. 1).

*Anisops sardeus sardeus* был пойман в прибрежной зоне водоёма, на глубине 10–15 см,

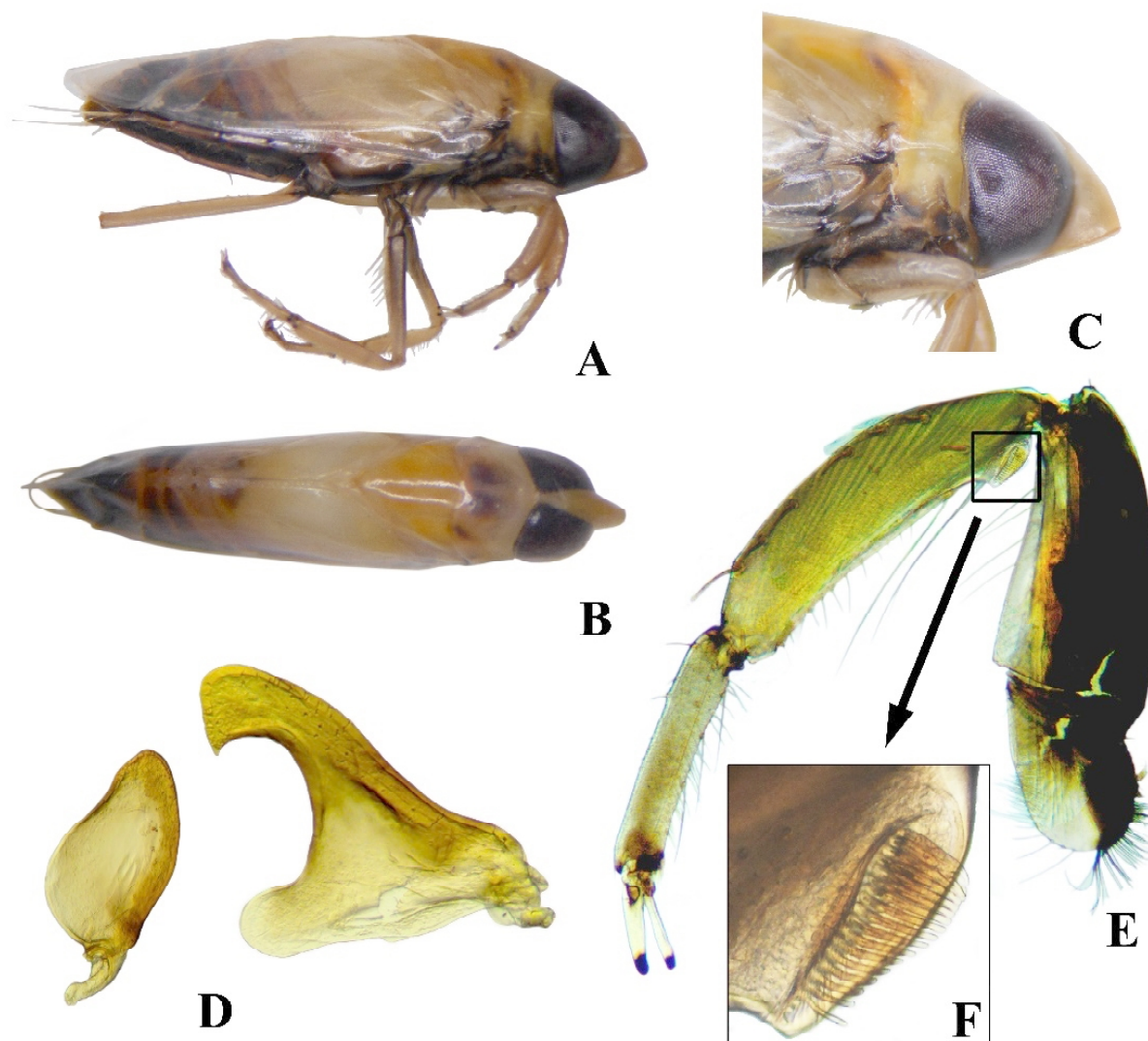
среди водной растительности. Отмечено обитание в данном водоёме также других видов водных полужесткокрылых – *Ranatra unicolor* Scott, 1874, *Notonecta glauca glauca* Linnaeus, 1758, *Sigara lateralis* (Leach, 1817), *Plea minutissima* Leach, 1817.

Всего на территории Майкопа отмечено обитание 30 видов водных полужесткокрылых, относящихся к инфраотрядам Nepomorpha (17 видов) и Gerromorpha (13 видов), что составляет 60% от общего биоразнообразия водных полужесткокрылых Северо-Западного Кавказа. Вид *Anisops sardeus sardeus* Herrich-Schaeffer, 1849 был встречен однажды, что указывает на его низкую численность.

Находка данного вида в водоёмах города Майкопа является самой северной для территории России. В 2010 г. вид указывался из водоёма, расположенного в окрестностях станции Даховской (Республика Адыгея). Известные местообитания вида на Северо-Западном Кавказе указаны на рисунке 2.

В пределах нативного ареала вид широко распространён в тропической и субтропической Африке и Юго-Западной Азии, в Европе распространение ограничено Средиземноморьем [Polhemus, 1996; Fent et al., 2011]. За последние десять лет отмечены находки данного вида в странах Центральной Европы – северные регионы Италии и Болгарии, Венгрия, Румыния, Хорватия, Словакия [Soos et al., 2010; Berchi, 2011; Kment, Beran, 2011; Cianferoni, Pinna, 2012; Petri et al., 2012; Klementová, Svitok, 2014; Stoianova, Simov, 2016] и на Юге России в пределах Северного Кавказа [Хатухов и др., 2008, 2011; Шаповалов и др., 2017], что констатирует первичную инвазию, при которой источником расселения является естественный ареал вида. Также эти данные указывают на то, что вид расширяет ареал в двух направлениях – северо-восточном в Центральной Европе и северо-западном на Кавказе. Кроме того, вид был однажды указан из Крыма в 1860-х гг. [Кириченко, 1930], что, возможно, свидетельствует о временных пульсациях ареала.

Потенциальное воздействие клопа *Anisops sardeus sardeus* Herrich-Schaeffer, 1849 на аобо-



**Рис. 1.** Морфология *Anisops sardeus sardeus*: **A, B** – имаго ♂, **C** – голова с выпуклым лбом, **D** – парамеры, **E** – передняя нога, **F** – стридуляционные гребешки.

ригенные сообщества водных экосистем трудно прогнозировать. Представители семейства Notonectidae – агрессивные хищники, питающиеся как планктонными, так и бентосными организмами, выступают в роли важных организаторов трофических сетей. В природных условиях имаго и личинки *A. sardeus sardeus* Herrich-Schaeffer, 1849 питаются планктонными ракообразными (*Daphnia*, *Ceriodaphnia* и др.), при этом отдавая предпочтение более крупным особям [Lindholm, Hessen, 2007]. Это может нарушать сложившиеся трофические

цепи в водоёме путём снижения численности планктонных видов. Было показано, что кайромоны клопов из рода *Anisops* индуцируют развитие выростов кутикулы (хвостовую иглу и шлем головного щита) у дафний. Отращение таких выростов требует энергетических затрат и приводит к снижению плодовитости и тормозит воспроизводство эффипиев [Grant, Bayly, 1981; Barry, Bayly, 1985], что в целом приводит к значительному снижению продуктивности популяций дафний в отдельных водоёмах [Barry, 2000].





**Рис. 2.** Места находок *Anisops sardeus sardeus* на Северо-Западном Кавказе. Республика Адыгея: 1 – Даховская, 2 – Майкоп. В скобках указан год, в который был найден вид.

Для имаго и личинок клопа *A. sardeus sardeus* Herrich-Schaeffer, 1849 отмечается повышенная агрессивность по отношению к личинкам двукрылых насекомых, включая кровососущих Culicidae [Eitam et al, 2002; Mondal et al., 2014]. Активно питаясь личинками двукрылых, вид-вселенец может вступить в конкуренцию с другими видами водных беспозвоночных за пищевой ресурс.

При большой плотности в водоёме клопы семейства Notonectidae рассматриваются как враги молоди рыб и икры в рыбоводных прудах [Петрович, 1939; Сафонов, 1951 и др.], или

прямые пищевые конкуренты молоди [Березина, 1968, 1973].

### Заключение

Новые находки клопа *Anisops sardeus sardeus* Herrich-Schaeffer, 1849 на территории Юга России могут свидетельствовать о том, что он успешно натурализовался в водных экосистемах региона. Увеличение разнообразия гидробионтов за счёт видов-вселенцев может оказать негативное влияние на функционирование водных

экосистем в результате трансформации ранее существующих трофических цепей. Необходимо дальнейшее изучение распространения данного вида в водоёмах региона.

### Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ и администрации Краснодарского края р\_а 16-44-230780.

### Литература

- Алимов А.Ф., Орлова М.И., Панов В.Е. Последствия интродукций чужеродных видов для водных экосистем и необходимость мероприятий по их предотвращению // В сб.: Виды-вселенцы в европейских морях России. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2000. С. 12–23.
- Березина Н.А. Роль некоторых групп хищных водных насекомых в трофике водоёмов // Труды Калининградского технического института рыбной промышленности и хозяйства. 1968. Вып. 20. С. 158–169.
- Березина Н.А. Роль некоторых представителей Odonata, Hemiptera и Coleoptera в трофике пресных водоёмов // Трофология водных животных. М.: Наука, 1973. С. 206–211.
- Голуб В.Б., Цуриков М.Н., Прокин А.А. Коллекции насекомых: сбор, обработка и хранение материала. М.: Т-во научных изданий КМК, 2012. 339 с.
- Дгебуадзе Ю.Ю., Панов В.Е., Шестаков В.С., Дианов М.Б. Принципы создания национальной системы раннего предупреждения по чужеродным видам // Чужеродные виды в Голарктике. 2-й Международный симпозиум по изучению инвазийных видов. Тезисы докладов. Рыбинск; Борок, 2005. С. 18–19.
- Керкис Ю.К. К познанию внутреннего полового аппарата водных Hemiptera-Heteroptera // Русское энтомологическое обозрение. 1926. Т. 20. № 4. С. 234–307.
- Кириченко А.Н. Водные полужесткокрылые (Hemiptera: Hydrobiotica и Sandaliorhyncha), собранные Д.А. Тарноградским в с.-з. Персии и на Кавказе // Раб. Северокавказской гидробиол. станции. 1930. Вып. 3. С. 45–61.
- Петрович П. Насекомые – вредители прудовых хозяйств «Слепянка» и «Волма» и меры борьбы с ними // Зоол. журн. 1939. Т. 18. Вып. 5. С. 835–841.
- Сафонов А.Г. Насекомые – вредители прудового рыбного хозяйства // Зоол. журн. 1951. Т. 30. Вып. 6. С. 545–549.
- Хатухов А.М., Якимов А.В., Львов В.Д. Гладыши (Heteroptera: Notonectidae) Центрального Кавказа (в пределах Кабардино-Балкарской Республики) // Вестн. Адыгейск. гос. ун-та. Сер. Ест.-матем. и техн. науки. 2008. Вып. 4. С. 117–119.
- Хатухов А.М., Якимов А.В., Львов В.Д. Гладыши (Heteroptera, Notonectidae) Кабардино-Балкарской республики (Центральный Кавказ) // Энтомол. обозр. 2011. Т. 90. Вып. 1. С. 113–117.
- Шаповалов М.И., Сапрыкин М.А., Прокин А.А. Водные полужесткокрылые (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) Северо-Западного Кавказа: фауна, зоогеография, экология. М.: Т-во науч. изданий КМК, 2017. 186 с.
- Barry M.J. Inducible defences in Daphnia: responses to two closely related species // Oecologia. 2000. 124. P. 396–401.
- Barry M.J., Bayly I.A.E. Further studies on predator induction of crests in Australian Daphnia and the effects of crests on predation // Aust. J. mar. Freshwater Res. 1985. 36. P. 519–535.
- Berchi G.M. First record of *Anisops sardeus* (Hemiptera: Heteroptera: Notonectidae) in Romania // North-West Journal of Zoology. 2011. 7(2). P. 339–341.
- Brooks G.T. A revision of the genus *Anisops* (Notonectidae, Hemiptera) // The University of Kansas Science Bulletin. 1951. 34(1). P. 301–519.
- Cianferoni F., Pinna A. Segnalazioni faunistiche italiane. 529 – *Anisops sardeus sardeus* Herrich-Schdffer, 1849 (Hemiptera, Heteroptera, Notonectidae) // Bollettino della Societa entomologica italiana. 2012. 144(1). P. 44–48.
- Eitam A., Blaustein L., Mangel M. Effects of *Anisops sardea* (Hemiptera: Notonectidae) on oviposition habitat selection by mosquitoes and other dipterans and on community structure in artificial pools // Hydrobiologia. 2002. 485. P. 183–189.
- Fent M., Kment P., Çamur-Elipek B., Kirgiz T. Annotated catalogue of Enicocephalomorpha, Dipsocoromorpha, Nepomorpha, Gerromorpha, and Leptopodomorpha (Hemiptera: Heteroptera) of Turkey, with new records // Zootaxa. 2011. Vol. 2856. P. 1–84.
- Grant J.W.G., Bayly I.A.E. Predator induction of crests in morphs of the *Daphnia carinata* King complex // Limnol. Oceanogr. 1981. 26. P. 201–218.
- Klementová B., Svitok M. *Anisops sardeus* (Heteroptera): A new expansive species in Central Europe // Biologia. 2014. 69(5). P. 676–680.
- Kment P., Beran L. Check-list of water bugs (Hemiptera: Heteroptera: Nepomorpha) in Croatia with two new records and four rediscoveries // Natura Croatica. 2011. 20(1). P. 159–178.
- Lindholm M., Hessen D.O. Competition and niche partitioning in a floodplain ecosystem: a cladoceran community squeezed between fish and invertebrate predation // African Zoology. 2007. 42(1). P. 158–164.
- Mondal R.P., Ghosh A., Bandyopadhyay S., Chandra G. Functional response analysis of *Anisops sardea* (Hemiptera: Notonectidae) against *Culex quinquefasciatus* in laboratory condition // Indian Journal of Medical Research. 2014. 140(4). P. 551–555.
- Petri A., Nagy-László Z. & Holló I.P. Newer data on occurrence of *Anisops sardeus sardeus* Herrich-

- Schaeffer, 1849 (Heteroptera: Notonectidae) in Hungary // *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung.* 2012. 28. P. 167–171.
- Polhemus J.T. Notonectidae // *Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region* / Aukema B. & Rieger C. (eds). Amsterdam: The Netherlands Entomological Society, 1996. Vol. 1. P. 63–73.
- Soós N., Petri A., Nagy-László Z., Csabai Z. *Anisops sardeus* Herrich-Schaeffer, 1849: first records from Hungary (Heteroptera: Notonectidae) // *Folia Entomol. Hung.* 2010. 71. P. 15–18.
- Stoianova D., Simov N. New records of Aquatic True Bugs (Hemiptera: Heteroptera: Nepomorpha) from Bulgaria // *Acta Zoologica Bulgarica*. 2016. 68(4). P. 497–502.
- Strayer D.L. Alien species in fresh waters: ecological effects, interactions with other stressors, and prospects for the future // *Freshwater Biology*. 2010. 55. P. 152–174.

## NEW RECORD OF AQUATIC BUGS *ANISOPS SARDEUS SARDEUS* HERRICH-SCHAEFFER, 1849 (HETEROPTERA, NOTONECTIDAE) IN WATER BODIES OF THE SOUTH OF RUSSIA

© 2018 Shapovalov M.I.\*, Saprykin M.A.

Adyghe State University,  
Maikop, Republic of Adyghea, 385000;  
e-mail: \* [shapmaksim2017@yandex.ru](mailto:shapmaksim2017@yandex.ru)

In this paper we confirm the habitation of alien species of bug *Anisops sardeus sardeus* Herrich-Schaeffer, 1849 (Notonectidae) in water bodies of the North-West Caucasus. The species was collected on the territory of the city of Maikop in 2017. This is the third find of this species in the South of Russia and the northernmost one for the territory of Russia.

**Key words:** alien species, Maikop, Adyghea, North-Western Caucasus, *Anisops sardeus sardeus*, Notonectidae, Heteroptera.