

УДК 574(211-17)(063)

ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ В ГОЛАРКТИКЕ

© 2018 Петросян В.Г.^{a,*}, Хляп Л.А.^a, Решетников А.Н.^a, Кривошеина М.Г.^a, Морозова О.В.^b, Дергунова Н.Н.^a, Осипов Ф.А.^a, Дгебуадзе Ю.Ю.^a

^a Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, 119071, Москва, Ленинский проспект, 33

^b Институт географии РАН, 119017, Москва, Старомонетный пер., 29; e-mail: * petrosyan@sevin.ru

Поступила в редакцию 9.04.2018

Выполнен обзор результатов исследований по инвазиям чужеродных видов, проведённых в Голарктике в последние годы. Большинство из этих результатов было представлено на очередном, пятом международном симпозиуме «Инвазии чужеродных видов в Голарктике», который прошёл в России в 2017 г., и опубликовано в Российском журнале биологических инвазий и некоторых других изданиях. Рассмотрены основные тенденции в исследованиях инвазий чужеродных видов в Голарктике.

Ключевые слова: чужеродные виды, инвазии, водные и наземные экосистемы, Голарктика, обзор.

Введение

Продолжающийся и постоянно усиливающийся процесс биологических инвазий чужеродных видов требует постоянного внимания учёных всего мира. Во многих странах наблюдается рост числа проектов по инвазийной тематике и публикаций в научных журналах. Важной составляющей работ по данному направлению (как, впрочем, и по другим направлениям науки) является периодический обмен информацией и подведение итогов проведённых исследований на научных конференциях, симпозиумах и совещаниях. Одним из таких мероприятий является симпозиум «Чужеродные виды в Голарктике» – единственное международное мероприятие, посвящённое чужеродным видам, регулярно проводимое в России и охватывающее исследования по этой актуальной проблеме на значительной части Земного шара. Первый симпозиум проходил в посёлке Борок Ярославской области на базе Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН в 2001 г. [Дгебуадзе, 2011]. С тех пор каждый последующий симпозиум сохраняет в своём названии имя этого научного посёлка [*The IV International Symposium...*,

2013]. Международный пятый симпозиум «Чужеродные виды в Голарктике» («Борок-5») состоялся 25–30 сентября 2017 г. в старинном городе Углич (Ярославская обл., Россия). В числе основных организаторов были Отделение биологических наук Российской академии наук (РАН), Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН (ИБВВ РАН), Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН), Научный совет по проблемам гидробиологии и ихтиологии РАН, Международный союз биологических наук (IUBS). Основные цели симпозиума: 1) консолидация усилий по изучению процесса и последствий расселения новых видов растений и животных в наземные и водные экосистемы; 2) обмен информацией о способах, причинах, масштабах и направлениях расселения видов, об изменении их свойств на новых акваториях и территориях; 3) оценка роли вселения новых видов в изменении аборигенных сообществ; определение социально-экономических последствий и разработка новых методов их определения; 4) вопросы терминологии, теории расселения и методы исследования.

Обзор исследований, доложенных на V Международном симпозиуме «Инвазии чужеродных видов в Голарктике»

На симпозиуме «Борок-5» было представлено 150 докладов, поступивших от 304 авторов из 101 организации из 18 стран Евразии и Северной Америки (Абхазии, Австрии, Азербайджана, Армении, Беларуси, Бельгии, Великобритании, Вьетнама, Германии, Латвии, Молдовы, Монголии, Республики Казахстан, России, США, Украины, Чехии, Эстонии) [*The V International Symposium...*, 2017].

Преобладающий объект исследования – рыбы. Им посвящён 31% презентаций. На втором месте – водные беспозвоночные (27%), на третьем – высшие растения (22%). Насекомых касались 6% докладов, млекопитающих – 5%. Не остались без внимания инвазии птиц (2.7%), грибов (2%), сухопутных беспозвоночных (2%), рептилий (0.7%).

Презентации симпозиума были представлены на трёх секциях: «Водные экосистемы», «Наземные экосистемы» и «Борьба с инвазионными видами, молекулярно-генетические, фенетические и биохимические исследования» [*The V International Symposium...*, 2017].

Пленарные доклады обобщали современные взгляды на инвазионные процессы в Евразии и Северной Америке. В частности, доклад коллектива авторов из ИПЭЭ РАН, Москва, Россия, сделанный В.Г. Петросьяном, был посвящён результатам исследований инвазий чужеродных видов на территории России. Подчёркнута важность выделения видов-мишеней, которые в наибольшей степени опасны для аборигенных видов, экосистем и человека как на всей территории России (национальный уровень), так и в отдельных ее регионах (региональный уровень). Отмечено, что для видов-мишеней целесообразно собрать всю имеющуюся информацию о нативной и инвазионной частях ареала вида-вселенца, динамике инвазионного процесса, инвазионных коридорах и векторах инвазий, биологических чертах инвазионных видов, охарактеризовать последствия инвазий на экосистемном, видовом и генетическом уровнях, оценить воздействие на местные виды, экосистемы, здоровье чело-

века и экономику, а также предложить методы контроля популяций. Опыт выделения видов-мишеней для территории России уже имеется [Dergunova et. al., 2012; Дгебуадзе, 2014]. На созданных по литературным и собственным данным ГИС-картах визуализирована динамика вселения и современного распространения приоритетных видов-мишеней из различных таксономических и экологических групп. Карты собраны в электронный атлас, который позволяет принимать решения о необходимости ограничения численности инвазионных видов на национальном и региональных уровнях [Петросьян и др., 2018]. Особый акцент в докладе сделан на водные экосистемы. Анализ современного состояния российских внутренних водоёмов, разнообразия и распространения рыб и использования их запасов показал, что доля видов-вселенцев в ихтиофауне водоёмов бассейнов большинства крупных рек России достигает 20–30% [Dgebuadze, 2016]. Обобщены результаты исследований популяций черноморско-каспийской тюльки (*Clupeonella cultriventris*) из нативной (Каспийское, Азовское и Чёрное моря) и инвазионной (водохранилища верховьев Волги) частей ареала. Показано, что при высокой численности, низкой обеспеченности пищей и медленном росте размах изменчивости и асимметрия распределений по длине тела тюльки увеличиваются. На границах ареала вида, несмотря на хорошую кормовую базу, размерная изменчивость также возрастает. Выявлено, что вселение в Азовское и Каспийское моря гребневика *Mnemiopsis leidyi* настолько подорвало кормовую базу тюльки, что она не только снизила свою численность и плодовитость, но и замедлила рост [Осипов, Дгебуадзе, 2016].

Ю.В. Слынько (Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь) в своём пленарном докладе обратил внимание на то, что для анализа эволюции видов-вселенцев, оказавшихся в новых для них условиях, перспективны постулаты эпигенетической теории эволюции. При нарушениях условий среды эпигенетическая система дестабилизирована, в результате чего становится возможным развитие организмов

вдоль отклоняющихся путей развития, возникают множественные морфозы. Некоторые из них получают избирательное преимущество, а во время последующих поколений происходит становление нового устойчивого пути развития. На примере пресноводных инвазионных видов рыб амурского чебачка (*Pseudorasbora parva*), черноморско-каспийской тюльки (*Clupeonella cultriventris*), солнечного окуня (*Lepomis gibbosus*), пиленгаса (*Planiliza haematocheila*) и флоридского краба (*Rhithropanopeus harrisi*) показано существование множественных морфоз при освоении недавно занятых территорий и сокращение уровней изменчивости. Сделан вывод об эпигенетическом происхождении адаптивного успеха инвайдеров Голарктики. Материалы о падении генетической изменчивости флоридского краба опубликованы [Слынько и др., 2017].

В докладе В.Б. Вербицкого с соавторами (ИБВВ РАН) на примере планктонных ракообразных (Cyclopoida) было показано, что натурализация видов южного происхождения в случае климатических изменений более успешна, чем видов северного происхождения. Это может быть связано с механизмами термоадаптации на биохимическом уровне, что требует дальнейших исследований в этом направлении.

А. Браун (A. Brown, Служба управления ресурсами рыб, диких животных и растений США – U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS)) охарактеризовал инвазионные процессы на юго-востоке США, где в каждом штате имеется, по крайней мере, один инвазионный вид. В настоящее время общее количество экзотических чужеродных видов на юго-востоке Америки достигло 150. Из них наибольшее распространение получили сазан (*Cyprinus carpio*), азиатский болотный угорь (*Monopterus albus*), крылатка-зебра (*Pterois volitans*), змееголов (*Channa argus*), дрейссена (*Dreissena polymorpha*), гидрилла мутовчатая (*Hydrilla verticillata*), уруть колосистая (*Myriophyllum spicatum*) и водяной гиацинт (*Eichhornia crassipes*). USFWS совместно с неправительственными организациями разрабатывает новые методы и протоколы раннего обнаруже-

ния фактов инвазий, быстрого реагирования на них, ограничения расселения видов, определения векторов инвазии и искоренения нежелательных вселенцев.

Другой учёный из США – А. Уолт (A. Woldt, USFWS) дал подробную характеристику вселения азиатских карповых: сазана (*Cyprinus carpio*), пёстрого толстолобика (*Hypophthalmichthys nobilis*), белого амура (*Ctenopharyngodon idella*) и белого толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*) в пресные водоёмы США. Эти рыбы в Америке негативно влияют на водные экосистемы, изменяя естественную среду обитания и конкурируя с аборигенными рыбами. Разрабатываются меры как прямого снижения численности этих рыб в водоёмах бассейна Великих озёр, так и превентивные мероприятия по уменьшению риска вселения инвазионных карповых в бассейны рек Огайо и Верхней Миссисипи. Интересно отметить, что большинство из этих карповых рыб у себя на родине в Китае и России считаются ценными промысловыми видами, используемыми в пастбищном рыбоводстве.

Ч. Лейн (Ch. Lane) представил подходы Агентства сохранения окружающей среды США (US Environmental Protection Agency – US EPA) к сохранению биоразнообразия. Был дан обзор водных ресурсов США и тех серьёзных стрессоров, в том числе наличие и обилие инвазионных видов, которые влияют на состояние водных экосистем и ресурсов во всех водоёмах США. Составлены алгоритмы взаимодействий служб, собирающих информацию о состоянии природных ресурсов, и Конгресса США. Показано, что надёжные научные данные имеют решающее значение для принятия обоснованных решений по выявлению и искоренению инвазионных видов из различных водоёмов, а также управлению водными ресурсами в США в будущем.

Доклады коллег из Соединенных Штатов вызвали большой интерес, так как являются примером хорошо налаженной работы государственных служб по изучению, предотвращению и контролю инвазий на территории большого государства, занимающего значительную часть Голарктики.

В ещё одном пленарном докладе В.Г. Петросяна были представлены разработанные национальные (РФ) базы данных о 1344 чужеродных видах животных, растений и микроорганизмов (локальная версия) и 100 наиболее опасных из них (ТОП-100 глобальная версия), которые предназначены для решения важнейших задач по следующим направлениям: изучение особенностей инвазионного процесса отдельных групп живых организмов; обобщение информации о путях, векторах и регионах инвазий натурализовавшихся на территории России чужеродных видов; использование данных для построения моделей расселения чужеродных видов по территории РФ. Показано, что исторические ареалы 75 видов расположены за пределами России, 25 видов встречались на территории России ранее, но проникли в другие регионы страны. Районы происхождения видов-вселенцев охватывают все материки, кроме Антарктиды. Родина большинства из них (38) – Северная Америка, на втором месте (36 видов) – Юго-Восточная Азия, для водных видов – Понто-Каспийский бассейн. За последние 42 года поток чужеродных видов на территорию России усилился и составил 39%. Создан каталог видов, оказывающих существенное влияние на здоровье населения (37 видов), гидроэнергетику (8 видов), сельское (29), лесное (20), рыбное (13) и охотничье (8) хозяйства. Из ТОП-100 36 видов способны вытеснять аборигенные виды, 37 – могут существенно воздействовать на экосистемы путём изменения их структуры и функции. Следует отметить, что эти результаты были отмечены как одни из лучших в отчёте Отделения биологических наук РАН за 2017 г. на Общем собрании Российской академии наук.

Т.А. Шиганова (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН) проанализировала распространение одного из самых агрессивных инвайдеров водных экосистем – гребневика *Mnemiopsis leidyi*, который колонизировал и продолжает колонизировать новые районы европейских морей. Показано, что в настоящее время *M. leidyi* обитает как в южных, так и северных морях, охватывая широкий диапазон местообитаний от замкнутых и полуза-

крытых морей: Каспийского, Чёрного, Азовского, Мраморного, Балтийского – с относительно низкой солёностью до Средиземного и Северного морей, солёность которых близка к океанической. В докладе также уделено внимание хищным гребневикам из рода *Beroe*, их воздействию на популяции *M. leidyi*, а также результатам современных генетических исследований этих гребневиков. Следует отметить и другие работы, посвящённые гребневику, выполненные в последние годы. В частности, опыт имитационного моделирования процессов, происходящих в Северном Каспии в результате вселения *M. leidyi*. Расчёты для трёх заданных вариантов внешних условий показали работоспособность модели для решения задач перестройки структуры экосистемы и прогноза последствий присутствия агрессивного вселенца [Соловьёва и др., 2018].

Е.Н. Ядрёнкина (Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск) обобщила экологические механизмы реализации жизненного цикла чужеродных и нативных видов рыб в водоёмах лесостепной и степной зон Западной Сибири. Анализ полученных данных о пространственном распределении, поведении и питании показал различие экологических ниш чужеродных и аборигенных видов рыб в Западной Сибири, при низких конкурентных позициях последних в использовании кормовых ресурсов и освоении имеющихся биотопов [*The V International Symposium...*, 2017].

Доклад В.К. Тохтарь (Ботанический сад Белгородского ГУ, Белгород) был посвящён сравнительному анализу применения методов многомерной статистики для изучения экологических ниш и построения прогнозных моделей расселения чужеродных видов растений [Тохтарь, 2018]. Эффективность использования предложенных методов была показана при изучении чужеродных видов растений в разных регионах Германии, Польши, России, Словакии и Чешской Республики, Украины. Сделан вывод о том, что во время инвазии чужеродные виды растений демонстрируют различные групповые стратегии, которые зависят от биологических характеристик видов, уровня

трансформации флоры и параметров окружающей среды.

В последние годы продолжены исследования инвазий бобров (*Castor*) на территории Голарктики. Эти исследования особенно важны, так как бобры становятся видами-эдификаторами (ключевыми видами) экосистем, в которые они проникают. Здесь следует упомянуть опубликованные результаты анализа динамики численности бобров после их вселения в заповедники, расположенные на разных широтах Европейской России. Показано, что паттерны динамики численности бобров могут быть описаны с помощью моделей 4 типов: эруптивный (*Лапландский* заповедник); одноступенчатый с квазипериодическим колебанием (*Приокско-Террасный* заповедник), многоступенчатый с квазипериодическими колебаниями (*Дарвинский*, *Центрально-Лесной* и *Хопёрский* заповедники) и логистическим трендом изменения численности с периодическими колебаниями вокруг него (*Окский* заповедник). Рассмотрены биотические и абиотические факторы, определяющие эти типы динамики численности животных [Петросян и др., 2016].

Результаты моделирования конкурентных отношений двух видов бобров евразийского (речного) *Castor fiber* (Cf) и чужеродного канадского (*Castor canadensis*) (Cc) в случае вселения Cc на территорию 6 заповедников европейской части России были представлены и на симпозиуме «Борок-5» в докладе В.Г. Петросяна с соавторами (ИПЭЭ РАН). Модельные оценки показали, что на территории всех изученных заповедников канадский бобр со временем вытесняет евразийского. Из результатов моделирования следует, что наиболее уязвимые регионы для конкурентного исключения Cf находятся около северной и южной границ современного ареала бобра – Лапландский и Хопёрский заповедники. Показано, что при вселении 12 особей Cc в эти заповедники вытеснение Cf начнётся через 50 и 75 лет, соответственно. Для Окского и Дарвинского заповедников вытеснение Cf начнётся примерно через 85 лет, а для Приокско-Террасного и Центрально-Лесного заповедников примерно

через 100 лет. Таким образом, периферийные и вакантные местообитания окажутся наиболее уязвимыми при вселении Cc в современный ареал Cf, менее уязвимыми будут пессимальные местообитания. Проникновение Cc в ареал Cf, по-видимому, будет иметь диффузионный характер. При дальнейшем росте численности канадского бобра аборигенный бобр (Cf) может сохраниться в виде локальных популяций в пределах его современного ареала.

Оценка эффективности применения дистанционных данных со спутников Земли для анализа результатов деятельности бобров была представлена в докладе З.И. Горяиновой с соавторами (ИПЭЭ РАН). Впервые были применены спутниковые данные GeoEye-1 для анализа влияния средообразующей деятельности евразийского бобра на прибрежные лесные ландшафты Приокско-Террасного заповедника. Применение алгоритма усиления высоких частот снимка для повышения пространственного разрешения его мультиспектральных данных позволило выделить объекты строительной деятельности бобра с линейными размерами до 0.5 м. Нормализованный водный индекс (NDWI) использовался для автоматической идентификации бобровых прудов и каналов. Это позволило количественно оценить длины и извилистости их береговой линии. Показано, что деятельность бобра важна для увеличения гетерогенности прибрежных лесных ландшафтов.

Ю.И. Мельников (Байкальский музей ИЦ СО РАН, Иркутск) проанализировал современный видовой состав птиц и динамику орнитофауны Восточной Сибири в связи с глобальными изменениями климата. Показано, что в первой половине XX в. в фауне этого региона насчитывали 376 видов птиц. Во второй половине XX в. и начале XXI в. в неё уже входил 471 вид. Следовательно, за этот период в Восточной Сибири фауна птиц пополнилась 95 новыми видами (20.2%), из них наибольшее число (55 видов) – случайные залёты, 9 – мигрирующие и 31 вид – гнездящиеся. Среди гнездящихся птиц 25 видов значительно расширили географические ареалы, продвигаясь на север.

В докладах, представленных на **секции «Водные экосистемы»** преобладали работы по беспозвоночным животным (47%) и рыбам (44%). Два доклада были посвящены изучению водорослей и один – расширению ареала одного из видов птиц (белой цапли). Как и в предыдущие годы [*The IV International Symposium...*, 2013], основная часть сообщений была основана на данных о регистрации новых чужеродных видов, их распространении и списках чужеродных видов для отдельных групп организмов для отдельных регионов (47%).

Значительная доля других работ имела основной целью изучение различных сторон биологии чужеродных видов водных экосистем (42%), включая вариабельность линейного роста особей, динамику и прогноз потенциального увеличения популяций, питание инвайдеров, их роль в пищевых сетях, оценку пищевой конкуренции, особенности физиологии и биохимии при различных температурных условиях, размножение и стратегии выживания. Например, доклад Ю.Ю. Полуниной и Н.В. Родионовой (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Институт лимнологии РАН, С.-Петербург) был посвящён развитию чужеродных видов зоопланктона Юго-Восточной Балтики в связи с различающимися стратегиями размножения [Полунина, 2017]. Выделяется доклад Ю.В. Герасимова с соавторами (ИБВВ РАН) о роли чужеродных видов рыб в питании хищников Рыбинского водохранилища, основанный на 64-летних исследованиях. Собственно анализу процесса инвазии были посвящены приблизительно 11% докладов секции. В докладе Ю.С. Решетникова и О.А. Поповой (ИПЭЭ РАН) был представлен обзор последовательных временных фаз процесса инвазии в пресноводные экосистемы. В.П. Семенченко и Т.П. Липинская (Научный и практический центр НАН Беларуси по биоресурсам, Белоруссия) поделились опытом применения популярного в Европе формализованного инструмента сравнительной оценки риска инвазионности (FI-ISK) для беспозвоночных животных – обитателей рек.

В **секции «Наземные экосистемы»** симпозиума преобладали доклады по высшим рас-

тениям. К ним примыкали исследования инвазионных грибов и микробиоты чужеродных видов высших растений. Группа докладов касалась чужеродных видов млекопитающих и насекомых-вредителей растений. В основном докладчики затрагивали общие проблемы инвазий, опираясь на результаты исследований отдельных видов, таксономических групп или регионов.

Среди ботанических исследований значительная часть докладов была посвящена инвазиям растений, которые рассматриваются как расселение чужеродных видов в регионе и их внедрение в природные сообщества. С.Н. Бажа с соавторами (ИПЭЭ РАН; Монгольский ГУ образования, Институт общей и экспериментальной биологии МАН, Монголия) представили инвазии как межценотическое явление и исследовали деградацию лесостепных ландшафтов бассейна оз. Байкал и замену лесных сообществ кустарниковой растительностью как результат изменения хода лесовосстановительной сукцессии после вырубki лесов. Особенности инвазий на охраняемых территориях выявили для региона Верхневолжья Е.А. Борисова (Ивановский ГУ) и для Воронежской области Е.А. Стародубцева и В.И. Навражных (ВГПБЗ, Воронеж). На примере Воронежского заповедника показана угроза биологическому разнообразию заповедных лесов при внедрении в них чужеродных видов. Из этого следует необходимость изменений в природоохранном законодательстве и положении о заповедниках, обеспечивающих работы по изъятию наиболее опасных чужеродных видов на охраняемых территориях. Основные векторы проникновения чужеродных видов растений были проанализированы в докладе Ю.К. Виноградовой (ГБС РАН), отмечено, что на современном этапе инвазионного процесса стала преобладать преднамеренная интродукция. Гибридизации видов вследствие инвазий, экологии, расселению и опыту борьбы с отдельными инвазионными видами был посвящён ряд сообщений. Ю.К. Виноградова и М.А. Галкина (ГБС РАН) исследовали микроморфологию 4 видов из рода *Erigeron* (секции *Conyza*), которые широко расселились и натурализова-

лись в Европе, и одного их возможного гибрида. Однако молекулярно-генетический анализ не подтвердил гибридогенное происхождение этих видов. В докладе Н.А. Озеровой и М.Г. Кривошеиной (ИИЕТ РАН, ИПЭЭ РАН) были представлены материалы по современному распространению на территории России борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*) – одного из самых опасных инвазионных видов растений Европы. Показано, что вторичный ареал сорняка обусловлен результатами преднамеренной интродукции растения человеком в 1940–1970 гг. в 5 главных центрах – Мурманской, Московской и Ленинградской областях, Республике Коми и Кабардино-Балкарии [Озерова, Кривошеина, 2018]. В настоящее время на фоне неэффективных мер контроля борщевика Сосновского продолжается его дальнейшее бесконтрольное распространение, что представляет собой экологическую катастрофу. Учёными Института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН был проведён анализ конкурсной документации, договорных документов и технических заданий 477 закупок по ликвидации инвазии борщевика Сосновского в 18 субъектах Российской Федерации с 2011 по 2017 г. За это время борщевик был ликвидирован на площади около 18 тыс. га, картографирование зарослей проведено на площади 169 тыс. га. Общие затраты на выполнение контрактов составили 314 млн руб. Стоимость работ по кошению *H. sosnowskyi* составила около 30 тыс. руб./га, затраты на обработку зарослей гербицидами 14.5 тыс. руб./га. Наиболее масштабные работы по уничтожению *H. sosnowskyi* выполнены в Ленинградской, Московской и Вологодской областях [Далькэ и др., 2018].

В синэкологических исследованиях М. Хеджда с соавторами (M. Hejda, Institute of Botany of The Czech Academy of Sciences, Institute for Environmental Studies, Faculty of Science, Чешская Республика) продемонстрировано дифференцированное влияние *Robinia pseudoacacia* L. 1753 на состав и структуру различных биотических групп в насаждениях этого вида. Ю.М. Рахимова и Г.А. Нам (ИБФ, Республика Казахстан) представили состав грибов, кото-

рые были обнаружены на некоторых инвазионных видах растений, широко распространившихся в Казахстане.

Для принятия законодательных мер в отношении инвазионных видов необходимы знания об их распространении и особенностях биологии во вторичном ареале. К сожалению, уровень инвентаризации чужеродной флоры в некоторых регионах Земного шара, включая Россию, ещё недостаточно высок, что было ярко продемонстрировано в докладе международного коллектива исследователей в составе П. Пышека (P. Pyšek) и Я. Пергла (J. Pergl) (Institute of Botany of The Czech Academy of Sciences, Чешская Республика), посвящённом Глобальной базе данных по натурализовавшейся чужеродной флоре (GloNAF). Это первое обобщение на мировом уровне. Собранные материалы позволили описать глобальные биогеографические, таксономические и филогенетические модели чужеродных растений и опубликовать первый всеобъемлющий отчёт о натурализовавшейся чужеродной флоре мира.

Неполнота изученности регионов Европейской России в отношении чужеродной флоры отмечена и в докладе О.В. Морозовой (ИГ РАН). Она на основе выборочных региональных данных по 20 административным областям обобщила имеющиеся сведения по натурализовавшимся видам растений и показала биогеографические особенности натурализации чужеродных видов в европейской части России. Кроме того, сделано интересное обобщение по гомогенизации флоры европейской части России – одному из последствий инвазий чужеродных видов растений. Показано, что включение натурализовавшихся видов растений во флору в целом увеличивает их различия благодаря дифференцированной натурализации в зависимости от природных условий. Однако присутствие разных структурных групп по-разному влияет на сходство/различия флор. Большой гомогенизирующий эффект имеют однолетние/двулетние виды в отличие от травянистых многолетников и древесных видов, а также виды, биогеографически связанные с анализируемыми флорами, по сравнению с видами, чьи природные ареалы лежат

полностью за пределами территории Европейской России [Морозова, 2018].

Новые данные по составу и структуре чужеродной флоры таких малоизученных регионов, как Костромская область, представил А.В. Леострин (БИН РАН, Санкт-Петербург).

Успешно продолжают традиционные исследования по насекомым-вредителям древесных насаждений: ясеновой изумрудной узкотелой златке (*Agrilus planipennis*), уссурийскому полиграфу (*Polygraphus proximus*) и ассоциированным с ними патогенам (серия докладов Ю.Н. Баранчикова и его коллег – Институт леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН, Красноярский научный центр СО РАН). Были представлены результаты мониторинга современного состояния вторичных ареалов этих вселенцев. Идентифицировано 8 видов офиостомовых грибов, связанных с инвазийным вредителем пихты сибирской – уссурийским полиграфом, из которых 6 видов занесены королем в Южную Сибирь и Московскую область [Пашенова и др., 2017]. Установлено, что вспышка ясеновой изумрудной златки была приостановлена патогеном аборигенных насекомых. Обследование различных видов ясеней выявило ещё одну проблему – заражённость деревьев аскомицетами *Hymenoscyphus fraxineus*. Этот патогенный гриб получил широкое распространение в Европе, но было мало данных о его распространении на территории России. Генетический анализ выявил наличие гриба в 86% проб. Наиболее устойчивым к патогену оказался ясень обыкновенный *Fraxinus excelsior*.

Н.Я. Поддубная с соавторами (Череповецкий ГУ) в докладе акцентировали внимание на участии инвазионных видов разных таксонов в трёх эволюционных процессах: 1) быстрое изменение среды обитания, 2) воздействие на аборигенные виды, запуск процессов гомогенизации биоты и утраты биоразнообразия, и 3) изменение самих инвазионных видов в соответствии с параметрами новых местообитаний. Подробно рассмотрены вопросы сверхадаптации многих инвазионных видов, в частности, американской норки (*Neovison vison*). Показано отрицательное воздействие этого

хищника не только на европейскую норку (*Mustela lutreola*), но и на другие виды семейства Mustelidae.

Л.А. Хляп (ИПЭЭ РАН), анализируя фауну млекопитающих 53 заповедников европейской части России, продемонстрировала важную роль инвазий в формировании современной фауны всех регионов: чужеродные виды млекопитающих присутствуют в каждом из заповедников, а их доля от всей фауны млекопитающих в среднем составляет 13.2%, максимально – 30%. Наибольшие изменения в результате инвазий произошли в околородных экосистемах, изменивших свою структуру и функции.

В секции «Борьба с инвазионными видами, молекулярно-генетические, фенетические и биохимические исследования» симпозиума «Борок-5» многие работы были посвящены генетике чужеродных гидробионтов (45%) и другим характеристикам видов-вселенцев (гематологии, морфологии, экологии) (27%). Было представлено значительное число работ, посвящённых анализу генетической структуры популяций вселенцев, сопоставлению генетического разнообразия популяций из региона-донора и региона-реципиента инвазии. Наблюдается положительная тенденция развития и применения микросателлитных локусов, как высокополиморфных генетических маркеров. В некоторых исследованиях разрабатывались и использовались новые микросателлитные маркеры, тем самым существенно расширяются уже имеющиеся знания о генетической структуре видов-вселенцев. Анализируются микроэволюционные процессы, происходящие в популяциях чужеродных видов в новых экологических условиях. Актуально применение генетических маркеров для выяснения регионов-доноров. Так, И.С. Ворошилова с соавторами (ИБВВ РАН, Борок; Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН; Royal Belgian Institute of Natural Sciences, OD Nature, Бельгия) исследовали генетическое разнообразие чужеродного двустворчатого моллюска *Rangia cuneata* в Вислинском заливе Балтийского моря. Установлено единство балтийской популяции и высокий уровень её

генетического разнообразия. Предполагается вселение на стадии личинки из Северного моря с балластными водами судов [Ворошилова и др., 2018]. Немалое внимание было уделено изучению генетической структуры и биохимических особенностей чужеродных видов растений, таких как ирга (род *Amelanchier*) и элодея канадская (*Elodea canadensis*) в докладе учёных А. Петюкевич (А. Petjukevicius) с соавторами из Латвии (Institute of Life Science and Technology, Daugavpils University, Latvia). Применение современных молекулярно-генетических методов для анализа генетической структуры популяций видов животных и растений является важной составляющей комплексного изучения чужеродных видов Голарктики.

На симпозиуме в Угличе были представлены работы, в которых применялись и другие подходы в исследованиях инвазионного процесса и адаптаций вселенцев. Так, А.Н. Решетников с коллегами (ИПЭЭ РАН) для выявления неоднократных интродукций ротана (*Perccottus glenii*) в отдельные регионы использовал паразитологический анализ (Reshetnikov et al., 2017). Н.П. Кораблёв с соавторами (Великолукская ГСХА, ИПЭЭ РАН, ЦЛГПБЗ; ВНИИОЗ им. Б.М. Житкова, Киров), основываясь на морфометрии черепов чужеродных видов млекопитающих, пришли к выводу о сохранении в новых условиях основных морфологических характеристик родительских популяций.

Лишь отдельные работы фокусировали внимание на управлении инвазионными видами. Ян Пергл (J. Pergl) с соавторами (Institute of Botany of The Czech Academy of Sciences, Чешская Республика) поделились опытом управления инвазионным процессом в европейских странах. Обсуждалась актуальная, но весьма сложная тема связи между оценкой вредоносности инвазионных видов организмов и противоречивыми законодательными актами различных ведомств разных государств: среди разнообразных форм конфликта интересов особенно существенным является противоречие между возможной эко-

номической выгодой, получаемой от вселения отдельных видов, с одной стороны, и потенциальной потерей биоразнообразия аборигенных экосистем, с другой. Подчёркивается важность выбора приоритетных видов для мониторинга и принятия мер по ограничению их отрицательного воздействия (prioritization as a key principle), а также применение диаметрально различающихся стратегий управления одним и тем же видом в разных условиях (например, на охраняемых территориях и в урбоэкосистемах).

В **Постерной сессии** симпозиума «Борок-5» были представлены такие нетрадиционные объекты наблюдений, как жуки-водолюбы (Hydrophilidae), некоторые из них (например, *Cercyon laminatus*) проникли из Восточной Азии на территорию России (постер А.С. Сажнева, ИБВВ РАН). Инвазии другого насекомого – канадского мучнистого червеца *Phenacoccus aceris* на восток России был посвящён постер камчатского энтомолога Л.Е. Лобковой. Чужеродные высшие растения изучены в различных регионах: Санкт-Петербурге, Ямало-Ненецком округе, Мордовии, Башкирии, на Камчатке, в Донецке. Направления этих исследований разнообразны: от углублённого исследования инвазии амброзий (*Ambrosia artemisiifolia*, *A. trifida* и *A. psyllostachya*) на Южном Урале [Абрамова, 2017] до использования молекулярно-генетических методов в исследованиях видов-вселенцев ирги (*Amelanchier*) [Куклина и др., 2018]. Разнообразием методических подходов выделялись сообщения молодых исследователей под руководством профессора Н. Шкуте (N. Škute) из Университета Даугавпилса, Латвия, которые представили интересные материалы по генетике дрейссены и рыбы-вселенца № 1 в Европе – ротана (А. Морозова и Н. Шкуте); наземным брюхоногим моллюскам (И. Якубене (I. Jakubâne), и М. Золловс (M. Zolovs) с соавторами), эпигенетике и биохимии элодеи канадской (М. Савицка (M. Savicka), с соавторами), по чужеродной амфиболе *Pontogammarus robustoides* (Я. Пэйдере (J. Paidere), и А. Браковска (A. Brakovska), с соавторами).

Заключение

Довольно представительный V Международный симпозиум «Инвазии чужеродных видов в Голарктике» («Борок-5»), прошедший в 2017 г., и беглый анализ публикаций в Российском журнале биологических инвазий (издании, ориентированном, главным образом, на данный регион) показали, что в последние годы учёными разных стран получены весьма интересные результаты по всем основным направлениям инвазионного процесса: инвазионным коридорам и векторам инвазий, адаптациям видов-вселенцев, экологическим, генетическим, эволюционным и экономическим последствиям инвазий, контролю инвазионного процесса. По многим из этих направлений появились обобщающие работы, касающиеся крупных таксонов организмов, имеющие большую прогностическую ценность. Следует, однако, отметить, что по-прежнему остаётся дефицит в исследованиях, оценивающих воздействия чужеродных видов на аборигенные виды и экосистемы, разрабатывающих научные основы контроля инвазионного процесса.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 15-29-02550 офи_м), Программы Президиума РАН «Биоразнообразие природных систем и биологические ресурсы России» (№ 41), темы госзадания ИГ РАН (0148-2018-0014).

Литература

- Абрамова Л.М. Распространение инвазионных видов рода *Ambrosia* L. на южном Урале (Республика Башкортостан) // Российский журнал биологических инвазий. 2017. № 4. С. 3–12.
- Ворошилова И.С., Ежова Е.Е., Павлова В.В. Генетическое разнообразие первой Балтийской популяции *Rangia cuneata* (Bivalvia: Mactridae) // Российский журнал биологических инвазий. 2018. № 1. С. 26–32.
- Далькэ И.В., Чадин И.Ф., Захой И.Г. Анализ мероприятий по ликвидации нежелательных зарослей борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden) на территории Российской Федерации // Российский журнал биологических инвазий. 2018. № 4. С. (в печати).
- Дгебуадзе Ю.Ю. 10 лет исследований инвазий чужеродных видов в Голарктике // Российский журнал биологических инвазий. 2011. № 1. С. 1–6.
- Дгебуадзе Ю.Ю. Чужеродные виды в Голарктике: некоторые результаты и перспективы исследований // Российский журнал биологических инвазий. 2014. № 1. С. 2–7.
- Куклина А.Г., Кузнецова О.И., Шанцер И.А. Молекулярно-генетическое исследование инвазионных видов ирги (*Amelanchier Medik.*) // Российский журнал биологических инвазий. 2018. № 1. С. 51–61.
- Морозова О.В. Натурализовавшиеся чужеродные виды во флорах средней полосы Европейской России: гомогенизация или дифференциация? // Российский журнал биологических инвазий. 2018. № 3. С. 88–98.
- Озерова Н.А., Кривошеина М.Г. Особенности формирования вторичных ареалов борщевиков Сосновского и Мантегацци (*Heracleum sosnowskyi*, *H. mantegazzianum*) на территории России // Российский журнал биологических инвазий. 2018. № 1. С. 78–87.
- Осипов В.В., Дгебуадзе Ю.Ю. Изменчивость роста черноморско-каспийской тюльки *Clupeonella cultriventris* (CLUPEIDAE) в современном ареале // Вопросы ихтиологии. 2016. Т. 56. № 5. С. 767–774.
- Пашенова Н.В., Кононов А.В., Устьянцев К.В., Блинов А.Г., Перцова А.А., Баранчиков Ю.Н. Офиостомовые грибы, ассоциированные с уссурийским полиграфом на территории России // Российский журнал биологических инвазий. 2017. № 4. С. 80–95.
- Петросян В.Г., Голубков В.В., Завьялов Н.А., Горяинова З.И., Дергунова Н.Н., Омельченко А.В., Бессонов С.А., Альбов С.А., Марченко Н.Ф., Хляп Л.А. Закономерности динамики численности речного бобра (*Castor fiber* L.) после его вселения в особо охраняемые природные территории Европейской части России // Российский журнал биологических инвазий. 2016. № 3. С. 66–89.
- Петросян В.Г., Омельченко А.В., Решетников А.Н., Кривошеина М.Г., Хляп Л.А., Фенёва И.Ю., Башинский И.В., Озерова Н.А. Инвазионные виды на территории России. 2018. (Электронный документ). // (<http://www.sevin.ru/top100worst/>). Проверено 10.04.2018.
- Полунина Ю.Ю. Стратегии размножения чужеродных планктонных ракообразных в Юго-Восточной Балтике // Российский журнал биологических инвазий. 2017. № 4. С. 96–105.
- Тохтарь В.К. Перспективные подходы к визуализации данных, характеризующих особенности распространения чужеродных видов растений // Российский журнал биологических инвазий. 2018. № 2. С. 76–85.
- Слынько Ю.В., Пакунова Е.Н., Статкевич С.В., Слынько Е.Е. Генетическое разнообразие инвазионных популяций флоридского краба (*Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841): (Decapoda, Panopidae)) // Генетика. 2017. Т. 53. № 5. С. 630–636.
- Соловьёва Н.В., Шиганова Т.А., Лобковский Л.И. Математическое моделирование состояния основных параметров экосистемы шельфа Северного Каспия в условиях биологического загрязнения // Российский журнал биологических инвазий. 2018. № 2. С. 64–75.

- Dergunova N.N., Petrosyan V.G., Dgebuadze Yu.Yu. Priority targets for alien species control in Russia // *J. Ecology and safety*. 2012. Vol. 6. P. 372–389.
- Dgebuadze Yury Yu. Fishery and freshwater ecosystems of Russia: status, trends, research, management and priorities // In: *Freshwater Fisheries Ecology*. Wiley Blackwell. 2016. P. 120–133.
- Reshetnikov A.N., Sokolov S.G., Protasova E.N. Detection of a neglected introduction event of the invasive fish *Perccottus glenii* using parasitological analysis // *Hydrobiologia*. 2017. Vol. 788. No 1. P. 65-73.
- The IV International Symposium* INVASION OF ALIEN SPECIES IN HOLARCTIC: (Borok-4). BOOK OF ABSTRACTS / I.D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution Russian Academy of Sciences; Ed. Yu. Yu. Dgebuadze [et al.]. Yaroslavl: “Filigran”, 2013. 204 p.
- The V International Symposium* INVASION OF ALIEN SPECIES IN HOLARCTIC: BOOK OF ABSTRACTS / Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution Russian Academy of Sciences; Ed. Yu. Yu. Dgebuadze. Yaroslavl: “Filigran”, 2017. 162 p.

ALIEN SPECIES IN HOLARCTIC

© 2018 Petrosyan V.G.^{a,*}, Khlyap L.A.^a, Reshetnikov A.N.^a,
 Krivosheina M.G.^a, Morozova O.V.^b, Dergunova N.N.^a, Osipov F.A.^a,
 Dgebuadze Yu.Yu.^a

^a A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the RAS,
 119071, Moscow, Leninsky prosp., 33;

^b Institute of Geography of the RAS, 119017, Москва, Staromonetny per., 29;
 e-mail: * petrosyan@sevin.ru

Review of results of research on alien species invasions led in Holarctic in recent years is done. The majority of those results was presented at the regular Fifth International Symposium “Invasions of alien species in Holarctic” held in Russia in 2017 and was published in the Russian Journal of Biological Invasions and some other prints. The main tendencies in researches of alien species invasion in Holarctic are considered.

Key words: alien species, invasions, aquatic and terrestrial ecosystems, Holarctic, review.