

УДК 574.58:591.5

УЧЕНИЕ О БИОЛОГИЧЕСКИХ ИНВАЗИЯХ В МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ В ЭПОХУ СМЕЩЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПАРАДИГМ

С.Н. Оленин

Клайпедский университет, г. Клайпеда, 92294, Литва

Аннотация

Кратко охарактеризованы современные теоретические и практические направления изучения биологических инвазий. Рассмотрены расхождения в определении основополагающих понятий и терминов, таких как «натуральность» (англ. *nativeness*) и «чужеродность» видов. Традиция разделения видов по их происхождению на «своих» и «вселенцев» возникла в додарвиновскую эпоху и сохранилась до сих пор. Согласно этой традиции считается, что одни виды («свои») находятся на данной территории «по праву», а другие – «чужие» – таких прав не имеют. Отнесение вида к чужеродным может оправдать усилия, иногда высокочрезвычайные, по его искоренению. Однако в последние годы научное сообщество старается судить о видах не по их происхождению, а по выполняемым функциям. В связи с этим актуальнейшая задача современной инвазионной экологии – выработать объективные критерии оценки воздействия (как отрицательного, так и положительного) видов-вселенцев на здоровье человека, экономику, экосистемные функции и окружающую среду с тем, чтобы более обоснованно принимать решения о методах управления такими видами.

Ключевые слова: биологические инвазии, натуральность, «свои» виды, «чужие» виды, инвазионная экология

1. Биологические инвазии – область междисциплинарных теоретических и практических исследований

Прошло почти 60 лет со времени опубликования фундаментального труда Ч. Элтона «Экология нашествий животных и растений» [1], в которой впервые были обобщены многочисленные факты переноса растений и животных в новые места обитания, их расселения, адаптации и воздействия на местные сообщества и экосистемы, а также высказаны гипотезы, наметившие перспективу исследований в области инвазий. С тех пор интерес к биологическим инвазиям постепенно увеличивался, а с конца прошлого столетия число публикаций по инвазионной экологии стало расти экспоненциально [2]. К этому привело ускорение глобального переноса и перемешивания биоты, связанное с увеличением объемов мировой торговли, снятием таможенных барьеров, более интенсивного передвижения людей и антропогенным изменением окружающей среды. В результате многие исследователи увидели в биологических инвазиях новую область для своих прикладных и теоретических изысканий (см. [3–8]).

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ
ИЗУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИНВАЗИЙ**



Рис. 1. Примеры фундаментальных (справа) и прикладных (слева) междисциплинарных исследований биологических инвазий (по [12] с доп.)

Во втором десятилетии XXI в. изучение биологических инвазий превратилось в междисциплинарную область, охватывающую фундаментальные и прикладные аспекты исследований не только естественных, но и технологических и общественных наук (рис. 1). Любую биологическую инвазию стало возможным рассматривать как эксперимент, чаще непреднамеренный, а иногда и запланированный, и многие естественнонаучные дисциплины вовлечены в их изучение. Биогеография, например, рассматривает происхождение чужеродных видов, процессы их переноса и расселения на новых территориях, формирования нового состава биоты; экофизиология изучает особенности физиологических адаптаций вселенцев в новых условиях обитания; популяционная биология исследует всплески численности и следующие за ними снижения обилия; функциональная экология – роль вселенцев в трофодинамических изменениях экосистем и формировании новых местообитаний. В целом изучение биологических инвазий позволяет лучше понять процессы, происходящие на уровне популяций, сообществ и экосистем и, таким образом, обогащает теоретическую экологию.

Не менее важны и прикладные аспекты изучения биологических инвазий, которые связаны в первую очередь с участвовавшими случаями нежелательных изменений окружающей среды, вызванных видами-вселенцами, и их негативного воздействия на хозяйственную деятельность человека. Спектр наук, вовлеченных в эти исследования, особенно широк: от биологии охраны природы (англ. *conservation biology*), до природоохранного права, информатики, экологической экономики и инженерных технологий.

Несмотря на бурное развитие инвазионной экологии, а может быть и в результате его, в последние годы все чаще высказываются противоположные взгляды на сам предмет изучения и пересматриваются понятия и принципы, на которых должна строиться стратегия управления чужеродными видами. Иными словами, в этой недавно оформившейся научной дисциплине явно намечается смена парадигм. Цель настоящего сообщения – обозначить происходящие

изменения в области изучения биологических инвазий и попытаться осмыслить их значение для будущего этой науки.

2. Терминологические трудности определения и критерии выделения видов-«вселенцев»

Как и в любой новой дисциплине, в инвазионной экологии терминология быстро развивается и еще не устоялась. На нее влияют различные, иногда противоположные, академические, культурные и даже политические взгляды (см., например, [4–11]). Ключевые определения основаны на противопоставлении категорий «местный – чужеродный», «распространяющийся – нераспространяющийся», «оказывающий влияние (на местные сообщества, экосистемы, хозяйственную деятельность и т. п.) – не оказывающий влияния», «вредный – безвредный» [12]. Следует отметить, что категория «полезный» при этом, как правило, не рассматривается (в этом, видимо, одно из основных различий между инвазионной экологией и теорией акклиматизации, успешно разрабатывавшейся в 50–70-е года прошлого столетия [13]).

Критерии, по которым вид относят к категории «чужеродный» («аллохтонный», «интродуцент», «вселенец» и т. п.), неоднозначны и могут быть по-разному сформулированы в ботанике или в зоологии [8]. Например, для морских экосистем используют следующие критерии [14]:

- появление заметного, хорошо различимого вида в достаточно изученном регионе;
- разрыв в известном распределении вида;
- локализованное распределение в районе, прилегающем к известному пути распространения вселенцев (например, в портах, в каналах, вблизи объектов аквакультуры);
- недавнее расширение ареала локализованного вида, которое нельзя объяснить одними только естественными причинами (например, перенос морским течением);
- зависимость вида от другого вселенца, как в случае комменсала или паразитарного вида;
- генетический компонент обнаруженного вида характерен для удаленной популяции;
- вид принадлежит к таксономической группе, не встречающейся или мало представленной в данном районе.

Однако отнесение вида к категории «вселенец» не может быть основано на единственном критерии [8]. Более того, точные даты и обстоятельства обнаружения вида часто трудно определить, потому что многие ранние интродукции произошли во времена, когда таксономические знания были неполными, а записи редко сохранялись [9]. Даже в последние десятилетия, когда интерес к биологическим инвазиям значительно вырос, во многих регионах проводится биологический мониторинг и обнаружение «вселенцев» стало чем-то вроде моды, появление новых видов часто остается незамеченным до тех пор, пока их обилие многократно не увеличится и они не создадут какой-либо проблемы [14].

Термин «вид-вселенец» представляет собой биогеографическую категорию, которая указывает на участие человека во внедрении определенного вида

в конкретную экосистему и в принципе не должен использоваться для разделения видов на «плохих» и «хороших».

3. «Плохие» и «хорошие» виды и догмы инвазионной экологии

Категоризация видов на «местные» и «чужеродные» изначально была основана на понятии *nativeness* («натуральность», «прирожденность», «исконность», «естественность»), которое проникло в додарвиновскую биологию из древней истории и гражданского права [15]. В начале XIX в. ботаникой занимались главным образом врачи, аптекари и любители-натуралисты, которые в списках видов отдельными символами стали обозначать занесенные виды и те, происхождение которых не ясно, для того чтобы отличить их от исконно автохтонных. Иногда категоризация видов на «местные» и «чужеродные» приобретала некий социально-политический оттенок. Чтобы проиллюстрировать это, придется привести цитату из одного издания того времени: *«Виды, первоначально занесенные с помощью человека, теперь существуют в диком состоянии. Некоторые поддерживаются случайными посевами, другие освоились без посторонней помощи, часто, несмотря на наши усилия по их искоренению. Оба эти класса, безусловно, теперь составляют часть британской флоры, причем с тем же правом, с каким потомки саксов или норманнов должны считаться частью британской нации (Полужирное выделение наше. – С.О.). Но есть третий класс – растения, право которых быть включенными в собственно природную флору острова еще очень неопределенно. Это... виды, вырастающие изредка из семян или корней, выброшенных из садов, и сохраняющиеся несколько лет; и... те, что специально предназначены для декоративных или экономических целей. Такие имеют не больше прав называться британцами, чем французы или немцы, которые время от времени обретают пристанище в Англии»* (Watson, 1835; цит. по [15]).

Происхождение понятия *nativeness*, история его применения в изучении видов-вселенцев и, часто, неверное толкование в нынешней инвазионной экологии подробно рассмотрено в работе М. Чю и А. Гамильтона [15], в которой авторы приходят к следующему заключению: *«Натуральность – это живая окаменелость устаревшей фитогеографии, придуманная во времена расцвета любительской естественной истории, когда молодой Дарвин исследовал Южную Америку, и полностью отработанная еще до того, как он описал естественный отбор. Натуральность устарела вместе с креационизмом задолго до начала экологии или генетики, или многого другого, что составляет современную биологию, и ни одно из этих направлений не способно оживить ее».*

Итак, уже первоначальное разделение видов на «автохтонных» и «аллохтонных» подразумевало, что одни («свои») находятся на данной территории «по праву», а другие («не свои») таких прав не имеют, то есть одни могут быть отнесены к «хорошим», а другие – к «плохим». На этом разделении основан принцип «виновен, пока не доказано обратное» (англ. *guilty, until proven innocent*), который и в настоящее время применяется при проведении природоохранных мероприятий по управлению чужеродными видами. Кроме того, термин «вид-вселенец» часто используется в качестве синонима к «инвазионному виду», что неверно, потому что инвазионные виды составляют только небольшую часть

интродуцентов. В определении инвазионных видов иногда используют их способность к расселению и расширению ареала (см., например, [8]). Для практических целей важнее выделить способность таких видов оказывать нежелательное воздействие на окружающую среду, хозяйственную деятельность и здоровье человека [16], которая действительно связана с их свойством быстро размножаться и достигать численности, при которой могут возникнуть проблемы.

Традиция разделения видов по их происхождению сохранилась в инвазионной экологии до сих пор, что придает некое ненужное, уничижительное значение используемым терминам («чужеродный», «неместный», «экзотический» и т. п.). Множество статей, посвященных иногда совершенно частным вопросам изучения видов-вселенцев (например, их обнаружению в ещё одном новом месте, участию в биотурбации донного осадка, роли в структуре планктонного сообщества, физиологическим адаптациям, взаимоотношениям с местными видами и проч.), начинается с утверждений типа: «вселение и распространение инвазионных чужеродных видов представляет собой серьезную угрозу для биоразнообразия, структуры и функционирования экосистем, экосистемных услуг по всему миру...» (см., [например, [17, 18]). Такой тезис, высказанный в первых строках введения, призван как бы повысить статус публикации, показать ее глобальное значение.

К «догматам» нынешней инвазионной экологии относятся и такие:

- перенос видов одним вектором (человеком) неприемлем и плох, тогда как другим (например, течениями, птицами) приемлем и хорош;
- инвазионные виды не могут стать частью аборигенной фауны и флоры;
- чужеродный вид всегда остается чужеродным видом;
- признание таксона местным, особенно если он имеет локализованный ареал или известен только из ограниченного числа популяций, может привести к необходимости привлечения значительных ресурсов для его сохранения. Наоборот, отнесение вида к чужеродным может оправдать усилия по его искоренению;
- вредные чужеродные виды считаются второй по значению угрозой биоразнообразию (после разрушения мест обитания).

Объем статьи не позволяет более подробного рассмотрения множества публикаций, содержащих подобные утверждения и анализа их обоснованности. Упомянем лишь «вторую по значению угрозу», по поводу которой сказано буквально следующее: «...это утверждение (о том, что чужеродные виды являются второй по величине глобальной угрозой биоразнообразию), было так много раз развенчано (но при этом так часто повторяется), что оно больше не заслуживает статуса мифа и лучше всего описывается просто как прямая ложь» [19]. Впервые утверждение о «второй... угрозе», было сделано Э. Вильсоном в 1992 г. на основе материала, относящегося к Гавайским островам (впрочем, достоверность этого материала также весьма сомнительна), но затем некритически процитировано столько много раз, что сейчас многими воспринимается как истинное, описывающее положение на всей планете [20].

4. Сомневающиеся, скептики и «отрицатели»

Бурное развитие инвазионной экологии все чаще приводит к накоплению фактов, противоречащих изложенным в предыдущем разделе догматам. Появляются

статьи, в которых высказываются сомнения по поводу того, что виды-вселенцы в целом «ухудшают» биологическое разнообразие и функционирование экосистем прибрежной зоны, и, более того, предполагается, что, принося новые функции и усиливая существующие, они повышают функциональную избыточность, и в конечном итоге могут повысить устойчивость экосистем [21].

Манифестом нового направления стала статья “Don’t judge species on their origins” («Не судите виды по их происхождению») [22], опубликованная в журнале *Nature* М. Дэвисом, автором университетского учебника по биоинвазиям [5], М. Чю, исследовавшем происхождение термина *nativeness* [15] и «второй по величине глобальной угрозы» [20], а также 17 другими экологами, известными своими работами по проблеме биологических инвазий. Авторы призывают природоохранные организации и менеджеров землепользования определять приоритеты своих действий, основываясь на том, производят ли виды-вселенцы выгоды или наносят ущерб биоразнообразию, здоровью людей, экологическим услугам и экономике. Они утверждают, что почти через два столетия после введения концепции *nativeness* настало время для природоохранных органов больше сосредоточиться на функциях видов, чем на том, откуда они происходят. При этом авторы не предлагают, чтобы природоохранные организации отказались от своих усилий по предотвращению серьезных проблем, вызванных некоторыми занесенными видами, или чтобы правительства прекратили попытки предотвращать попадание потенциально опасных видов в свои страны [22].

Высказывается мнение, что в некоторых обстоятельствах чужеродные инвазионные виды могут стать объектом охранных мероприятий: например, там, где климатические условия и землепользование приводят к исчезновению местных видов, а вселенцы продолжают предоставлять экосистемные услуги и выполнять экосистемные функции [23]. Авторы прогнозируют, что доля чужеродных видов, которые будут считаться неопасными или даже желательными, с течением времени увеличится, поскольку их потенциальный вклад в достижение природоохранных целей будет лучше осознан и реализован.

Сомнение в том, что инвазионные виды приносят исключительно вред, и призыв реалистичнее оценивать приносимую ими выгоду содержатся в опубликованной в 2016 г. редакционной статье влиятельного журнала *Marine Pollution Bulletin* [24]. В этом же году вышла другая работа, посвященная анализу научно документированных случаев воздействия инвазионных видов-вселенцев на здоровье человека, экономику, социально-культурные ценности и окружающую среду [25]. Автор этой работы приходит к выводу, что решения об удалении и контроле видов-вселенцев должны быть основаны на экономической и прагматической оценке экосистемных услуг, нарушаемых и предоставляемых этими видами. Социальные ценности и культурные традиции должны приниматься в расчет там, где воздействие инвазий невозможно оценить в денежном выражении. Управление биологическими инвазиями может сделать значительный шаг вперед, если все заинтересованные стороны поймут, что чужеродные виды, вызывая изменения, не обязательно наносят вред. Автор полагает ошибочным, что многие природоохранные организации по-прежнему считают дихотомию «местный – чужеродный» основным руководящим принципом в области экологического восстановления [24].

Процитированные выше статьи, призывающие пересмотреть некоторые из основополагающих понятий инвазионной экологии, вызывают негативную ответную реакцию тех, кто «не хочет поступаться принципами» и отстаивает их незыблемость. Так, например, сразу после выхода статьи М. Дэвиса и соавторов [22] была организована компания по сбору подписей против высказанных в ней идей: 141 человек подписались под тем, что, например, «объявление нового вида-вселенца безвредным может привести к неправильным решениям (*bad decisions*) относительно его контроля. Следует тщательно следить за видом, добавленным к растительному сообществу, не имеющему эволюционного опыта с этим организмом» [26]. В этой связи следует отметить и вышедшую несколько месяцев назад статью, авторы которой намечают программу перспективных направлений изучения биологических инвазий [27]. Они рассматривают разные вызовы, которые предстоит решать современной науке об инвазиях (*invasion science*), – биотехнологические, экологические, социо-политические и др., и среди них впервые обозначают необходимость борьбы с «отрицанием инвазионных видов» (*invasive species denialism*). Как утверждают авторы, суть этого вызова состоит в том, что некоторые исследователи, используя тот факт, что все научные знания содержат элемент неопределенности, пытаются пересмотреть, преуменьшить или отрицать роль вторжений чужеродных видов в глобальных изменениях, которые признаются главной линией (*mainstream*) инвазионной науки; они стремятся вызвать сомнение в экспертном консенсусе по признанной неоспоримой и недискутируемой теме. Как и в случае отрицания климатических изменений, это может негативно повлиять на мобилизацию политиков и общества для предотвращения проблем инвазионных видов [27]. Авторы призывают бороться с явлением «отрицания», причисляя его к стоящим перед инвазионной наукой вызовам.

Заключение

Существующие точки зрения на проблему биологических инвазий весьма многообразны и противоположны. Очевидно, что лавинообразное накопление новых фактов о переносе организмов из одних регионов планеты в другие, об изменениях, которые они вызывают, о социальных реакциях на них, о политическом контексте «борьбы» с видами-вселенцами и т. д. – все это приводит к необходимости пересмотра установившейся парадигмы инвазионной экологии. Важно отметить, что противоположные точки зрения (см., например, [22], с одной стороны, и [26, 27] – с другой) высказываются учеными, которые очень много сделали для становления инвазионной экологии как науки.

На основе представленного выше анализа можно попытаться сформулировать следующие постулаты, с которыми должны согласиться как «отрицатели», так и большинство представителей «мэйнстрима».

- В современных условиях глобализации перенос видов человеком происходит намного чаще и быстрее, чем их распространение с помощью естественных векторов.
- Большинство видов-вселенцев расширяют экосистемные функции, повышая функциональную избыточность и привнося новые функции в экосистему.
- Некоторые из них могут быть полезны, например, экономически.

- Некоторые могут быть вредными, вызывая серьезные проблемы для здоровья человека, хозяйственной деятельности или окружающей среды.
- Последствия вселения новых видов очень трудно предсказать, поэтому в целом необходимо воздерживаться от неконтролируемого переноса организмов и принимать превентивные меры для предотвращения биологических инвазий (например, с балластными водами судов).
- В то же время, если по каким-то причинам чужеродный вид оказался занесенным в новое местообитание, решение об его искоренении должно быть основано на прагматической оценке возможных угроз (здоровью, экономике, окружающей среде) и потенциальных выгод (например, в предоставлении экосистемных услуг).

Представляется, что актуальнейшая задача инвазионной экологии – научиться объективно оценивать воздействие видов-вселенцев на окружающую среду, экосистемные функции и экономику с тем, чтобы выработать четкие критерии для принятия решения о методах управления чужеродными видами.

Литература

1. *Elton C.S.* The Ecology of Invasions by Animals and Plants. – London: Methuen, 1958. – 181 p.
2. *Lowry E., Rollinson E.J., Laybourn A.J., Scott T.E., Aiello-Lammens M.E., Gray S.M., Mickleley J., Gurevitch J.* Biological invasions: a field synopsis, systematic review, and database of the literature // *Ecol. Evol.* – 2013. – V. 3, No 6. – P. 181–196. – doi: 10.1002/ece3.643.
3. *Biological Invasions.* – 2017. – URL: <https://link.springer.com/journal/10530>, свободный.
4. *Williamson M.* Biological invasions. – London: Chapman & Hall, 1996. – 244 p.
5. *Davis M.A.* Invasion Biology. – Oxford, N. Y.: Oxford Univ. Press, 2009. – 264 p.
6. *Crosby A.W.* Ecological Imperialism. The Biological Expansion of Europe 900–1900. – N. Y.: Cambridge Univ. Press, 1986. – 368 p.
7. *Leppäkoski E., Gollasch S., Olenin S.* (Eds.). Invasive aquatic species of Europe – distribution, impact and management. – Dordrecht: Kluwer Acad. Publ., 2002. – 583 p.
8. *Алимов А.Ф., Богуцкая Н.Г.* (ред.) Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. – М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2004. – 436 с.
9. *Elliott M.* Biological pollutants and biological pollution – an increasing cause for concern // *Mar. Pollut. Bull.* – 2003. – V. 46, No 3. – P. 275–280. – doi: 10.1016/S0025-326X(02)00423-X.
10. *Chew M.K., Laubichler M.D.* Natural Enemies – Metaphor or Misconception? // *Science.* – 2003. – V. 301, No 5629. – P. 52–53.
11. *Carlton J.T.* Deep invasion ecology and the assembly of communities in historical time // *Rilov G., Crooks J.A.* (eds). Biological invasions in marine ecosystems – ecological, management, and geographic perspectives (Ecological Studies. V. 204). – Berlin: Springer, 2009. – P. 13–56.
12. *Olenin S., Gollasch S., Lehtiniemi M., Sapota M., Zaiko A.* Biological invasions // *Snoeijs-Leijonmalm P., Schubert H., Radziejewska T.* (eds.). Biological Oceanography of the Baltic Sea. – Dordrecht: Springer, 2017. – P. 193–232.
13. *Карневич А.Ф.* Теория и практика акклиматизации водных организмов. – М.: Пищ. пром-сть, 1975. – 431 с.
14. *Olenin S., Minchin D.* Biological Introductions to the Systems: Macroorganisms // *Wolanski E., McLusky D.S.* (eds.). Treatise on Estuarine and Coastal Science. – Elsevier, 2011. – V. 8. – P. 149–183.

15. Chew M.K., Hamilton A.L. The rise and fall of biotic nativeness: a historical perspective // Richardson D.M. (ed.). Fifty years of invasion ecology: the legacy of Charles Elton. – Blackwell Publ., 2011. – P. 35–48.
16. Olenin S., Alemany F., A. Cardoso C., Gollasch S., Gouletquer P., Lehtiniemi M., McCollin T., Minchin D., Miossec L., Occhipinti Ambrogi A., Ojaveer H., Jensen K.R., Stankiewicz M., Wallentinus I., Aleksandrov B. Marine Strategy Framework Directive. Task group 2 report. Non-indigenous species. – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2010. – 44 p.
17. Brandner J., Cerwenka A.F., Schliewen U.K., Geist J. Bigger is better: characteristics of round gobies forming an invasion front in the Danube River // PLoS One. – 2013. – V. 8, No 9. – Art. e73036, P. 1–15. – doi: 10.1371/journal.pone.0073036.
18. Schmiedel D., Wilhelm E.G., Roth M., Scheibner C., Nehring S., Winter S. Evaluation system for management measures of invasive alien species // Biodiversity Conserv. – 2016. – V. 25, No 2. – P. 357–374. – doi: 10.1007/s10531-016-1054-5.
19. Thompson K. Where do camels belong? The story and science of invasive species. – London: Profile Books, 2014. – 262 p.
20. Chew M.K. Ecologists, environmentalists, experts, and the invasion of the second greatest threat // International Review of Environmental History. – 2015. – V. 1. – P. 7–40. – doi: 10.22459/IREH.01.2015.02.
21. Reise K., Olenin S., Thielges D.W. Are aliens threatening European aquatic coastal ecosystems? // Helgoland Mar. Res. – 2006. – V. 60, No 2. – P. 77–83. – doi: 10.1007/s10152-006-0024-9.
22. Davis M.A., Chew M.K., Hobbs R.J., Lugo A.E., Ewel J.J., Vermeij G.J., Brown J.H., Rosenzweig M.L., Gardener M.R., Carroll S.P., Thompson K., Pickett S.T., Stromberg J.C., Del Tredici P., Suding K.N., Ehrenfeld J.G., Grime J.P., Mascaro J., Briggs J.C. Don't judge species on their origins // Nature. – 2011. – V. 474, No 7350. – P. 153–154. – doi: 10.1038/474153a.
23. Schlaepfer M.A., Sax D.F., Olden J.D. The potential conservation value of non-native species // Conserv. Biol. – 2011. – V. 25, No 3. – P. 428–437. – doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.01646.x.
24. Chapman P.M. Benefits of invasive species // Mar. Pollut. Bull. – 2016. – V. 107, No 1. – P. 1–2. – doi: 10.1016/j.marpolbul.2016.04.067.
25. Bonanno G. Alien species: to remove or not to remove? That is the question // Environ. Sci. Policy. – 2016. – V. 59. – P. 67–73. – doi: 10.1016/j.envsci.2016.02.011.
26. Simberloff D. Non-natives: 141 scientists object // Nature. – 2011. – V. 475, No 7354. – P. 36. – doi: 10.1038/475036a.
27. Ricciardi A., Blackburn T.M., Carlton J.T., Dick J.T., Hulme P.E., Iacarella J.C., Jeschke J.M., Liebhold A.M., Lockwood J.L., MacIsaac H.J., Pyšek P., Richardson D.M., Ruiz G.M., Simberloff D., Sutherland W.J., Wardle D.A., Aldridge D.C. Invasion science: A horizon scan of emerging challenges and opportunities // Trends Ecol. Evol. – 2017. – V. 32, No 6. – P. 464–474. – doi: 10.1016/j.tree.2017.03.007.

Поступила в редакцию
24.07.17

Оленин Сергей Николаевич, доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Центра морских наук и технологий

Клайпедский университет

ул. Геркуса Мантаса, д. 84, г. Клайпеда, 92294, Литва

E-mail: sergej.olenin@jmtc.ku.lt

**The Study of Biological Invasions in Marine Ecosystems
during the Period of Shifts in Research Paradigms***S.N. Olenin**Klaipėda University, Klaipėda, 92294 Lithuania*E-mail: *sergej.olenin@jmtc.ku.lt*

Received July 24, 2017

Abstract

The tradition to categorize species by their origin into “local, native” and “introduced, alien” is rooted in the pre-Darwin era based on the concept of biotic “nativeness”. Some species (“native”) inhabit the given territory “by right” and can be referred to as “good”, while others (“strangers”) do not have such rights and, consequently, are “bad”. This division is based on the principle “guilty until proven innocent”, which is currently applied to environmental management of non-native species. This and other “dogmas” of modern invasion ecology are briefly summarized in the paper. It has been shown that opposing views on the solution of problems associated with biological invasions have been increasingly expressed in recent years, and the scientific community is being urged to judge species not by their origin, but by their functions. It is obvious that the avalanche-like accumulation of new facts about the transfer of organisms from one to others, changes that they cause, social reactions to them, political context of the “struggle” with alien invasive species, etc. leads to the need to revise the research paradigm of invasion ecology. One of the most urgent tasks is to learn to objectively evaluate the impact, both adverse and positive, of invasive species on human health, economy, ecosystem functions and environment in order to develop clear criteria for decision making on management of biological invasions.

Keywords: biological invasions nativeness, native species, alien species, invasion ecology

Figure Captions

Fig. 1. Examples of fundamental (on the right) and applied (on the left) interdisciplinary research on biological invasions (based on [12] with additions).

References

1. Elton C.S. *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. London, Methuen, 1958. 181 p.
2. Lowry E., Rollinson E.J., Laybourn A.J., Scott T.E., Aiello-Lammens M.E., Gray S.M., Mickley J., Gurevitch J. Biological invasions: A field synopsis, systematic review, and database of the literature. *Ecol. Evol.*, 2013, vol. 3, no. 6, pp. 181–196. doi: 10.1002/ece3.643.
3. *Biological Invasions*. 2017. Available at: <https://link.springer.com/journal/10530>.
4. Williamson M. *Biological Invasions*. London, Chapman & Hall, 1996. 244 p.
5. Davis M.A. *Invasion Biology*. Oxford, N.Y., Oxford Univ. Press, 2009. 264 p.
6. Crosby A.W. *Ecological Imperialism. The Biological Expansion of Europe 900–1900*. New York, Cambridge Univ. Press, 1986. 368 p.
7. Leppäkoski E., Gollasch S., Olenin S. (Eds.) *Invasive Aquatic Species of Europe – Distribution, Impact and Management*. Dordrecht, Kluwer Acad. Publ., 2002. 583 p.
8. Alimov A.F., Bogutskaya N.G. (Eds.) *Biological Invasions in Aquatic and Terrestrial Ecosystems*. Moscow, KMK, 2004. 436 p. (In Russian)
9. Elliott M. Biological pollutants and biological pollution – an increasing cause for concern. *Mar. Pollut. Bull.*, 2003, vol. 46, no. 3, pp. 275–280. doi: 10.1016/S0025-326X(02)00423-X.

10. Chew M.K., Laubichler M.D. Natural enemies – metaphor or misconception? *Science*, 2003, vol. 301, no. 5629, pp. 52–53. doi: 10.1126/science.1085274.
11. Carlton J.T. Biological Invasions in Marine Ecosystems – Ecological, Management, and Geographic Perspectives (Ecological Studies. Vol. 204). *Deep Invasion Ecology and the Assembly of Communities in Historical Time*. Rilov G., Crooks J.A. (Eds.). Berlin, Springer, 2009, pp. 13–56.
12. Olenin S., Gollasch S., Lehtiniemi M., Sapota M., Zaiko A. Biological Oceanography of the Baltic Sea. *Biological Invasions*. Dordrecht, Springer, 2017, pp. 193–232.
13. Karpevich A.F. Theory and Practice of Acclimatization of Aquatic Organisms. Moscow, Pishch. Prom-st., 1975. 431 p. (In Russian)
14. Olenin S., Minchin D. Treatise on Estuarine and Coastal Science. Wolanski E., McLusky D.S. (Eds.). *Biological Introductions to the Systems: Macroorganisms*. Vol. 8. Elsevier, 2011, pp. 149–183.
15. Chew M.K., Hamilton A.L. Fifty Years of Invasion Ecology: The Legacy of Charles Elton. *The Rise and Fall of Biotic Nativeness: A Historical Perspective*. Richardson D.M. (Ed.). 2011, pp. 35–48.
16. Olenin S., Alemany F., A. Cardoso C., Gollasch S., Gouletquer P., Lehtiniemi M., McCollin T., Minchin D., Miossec L., Occhipinti Ambrogi A., Ojaveer H., Jensen K. R., Stankiewicz M., Wallentinus I., Aleksandrov B. Marine Strategy Framework Directive. Task Group 2 Report. Non-Indigenous Species. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 2010. 44 p.
17. Brandner J., Cerwenka A.F., Schlieven U.K., Geist J. Bigger is better: Characteristics of round gobies forming an invasion front in the Danube River. *PLoS One*, 2013, vol. 8, no. 9, art. e73036, pp. 1–15. doi: 10.1371/journal.pone.0073036.
18. Schmiedel D., Wilhelm E.G., Roth M., Scheibner C., Nehring S., Winter S. Evaluation system for management measures of invasive alien species. *Biodiversity Conserv.*, 2016, vol. 25, no. 2, pp. 357–374. doi: 10.1007/s10531-016-1054-5.
19. Thompson K. Where Do Camels Belong? The Story and Science of Invasive Species. London, Profile Books, 2014. 262 p.
20. Chew M.K. Ecologists, environmentalists, experts, and the invasion of the second greatest threat. *Int. Rev. Environ. Hist.*, 2015, vol. 1, pp. 7–40. doi: 10.22459/IREH.01.2015.02.
21. Reise K., Olenin S., Thielges D.W. Are aliens threatening European aquatic coastal ecosystems? *Helgoland Mar. Res.*, 2006, vol. 60, no. 2, pp. 77–83. doi: 10.1007/s10152-006-0024-9.
22. Davis M.A., Chew M.K., Hobbs R.J., Lugo A.E., Ewel J.J., Vermeij G.J., Brown J.H., Rosenzweig M.L., Gardener M.R., Carroll S.P., Thompson K., Pickett S.T., Stromberg J.C., Del Tredici P., Suding K.N., Ehrenfeld J.G., Grime J.P., Mascaro J., Briggs J.C. Don't judge species on their origins. *Nature*, 2011, vol. 474, no. 7350, pp. 153–154. doi: 10.1038/474153a.
23. Schlaepfer MA, Sax DF, Olden J.D. The potential conservation value of non-native species. *Conserv. Biol.*, 2011, vol. 25, no. 3, pp. 428–437. doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.01646.x.
24. Chapman P.M. Benefits of invasive species. *Mar. Pollut. Bull.*, 2016, vol. 107, no. 1, pp. 1–2. doi: 10.1016/j.marpolbul.2016.04.067.
25. Bonanno G. Alien species: To remove or not to remove? That is the question. *Environ. Sci. Policy*, 2016, vol. 59, pp. 67–73. doi: 10.1016/j.envsci.2016.02.011.
26. Simberloff D. Non-natives: 141 scientists object. *Nature*, 2011, vol. 475, no. 7354, p. 36. doi: 10.1038/475036a.
27. Ricciardi A., Blackburn T.M., Carlton J.T., Dick J.T., Hulme P.E., Iacarella J.C., Jeschke J.M., Liebhold A.M., Lockwood J.L., MacIsaac H.J., Pyšek P., Richardson D.M., Ruiz G.M., Simberloff D., Sutherland W.J., Wardle D.A., Aldridge D.C. Invasion science: A horizon scan of emerging challenges and opportunities. *Trends Ecol. Evol.*, 2017, vol. 32, no. 6, pp. 464–474. doi: 10.1016/j.tree.2017.03.007.

Для цитирования: Оленин С.Н. Учение о биологических инвазиях в морских экосистемах в эпоху смещения исследовательских парадигм // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2017. – Т. 159, кн. 3. – С. 510–520.

For citation: Olenin S.N. The study of biological invasions in marine ecosystems during the period of shifts in research paradigms. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennyye Nauki*, 2017, vol. 159, no. 3, pp. 510–520. (In Russian)