

Mackinson S. An adaptive fuzzy expert system for predicting structure, dynamics and distribution of herring shoals // *Ecological Modelling*. 2000. V. 126 (2–3). P. 155–178.

Matternicht G. Assessing temporal and spatial changes of salinity using fuzzy logic, remote sensing and GIS. Foundation of expert system // *Ecological Modelling*. 2001. V. 144 (2–3). P. 163–179.

Raspopov I. M., Menshutkin V. V., Docenko O. N. Aquatic vegetation dynamics during 20 years in two bays of Ladoga Lake // *Archiv Hydrobiol. Beih. Stuttgart*, 1988. V. 27. P. 75–82.

Topology and ecological classification of lakes and rivers. Ed. M. Ruoppa and K. Karttunen. Tema Nord 2002: 566. 136 p.

Salski A. Fuzzy – knowledge based models in ecological research // *Ecological Modelling*. 1992. V. 53. P. 103–112.

«БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ» ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Т. Н. Полякова

Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН

Вселение новых видов в экологические системы – широко распространенный естественный процесс, происходивший во все геологические эпохи существования жизни. Однако благодаря глобализации хозяйственной деятельности человека он особенно интенсивно протекает в современный период. В последние десятилетия резко возросли темпы вселения чужеродных организмов (биологическая инвазия) в водные экосистемы. Основными причинами этого являются интенсификация судоходства и нерегулируемый сброс балластных вод судами. Вселение чужеродных видов негативно влияет на биологическое разнообразие, структуру и функционирование водных экосистем, а патогенные организмы и токсические виды водорослей представляют собой прямую угрозу здоровью человека.

Актуальность этой проблемы в России обусловлена существованием многочисленных гидросооружений, широкой сетью водных коммуникаций, большими внутренними водоемами. Все это способствует более свободному обмену фауной и флорой между различными, прежде изолированными водными системами.

В настоящее время чужеродные виды считаются второй по значению угрозой биоразнообразию (после разрушения мест обитания). Вселение чужеродных видов животных, растений и микроорганизмов в природные сообщества в результате деятельности человека (интродукции) представляет собой «биологическое загрязнение» (Колонин и др., 1992; Ижевский, 1995). Последствия биологического загрязнения, в отличие от других видов антропогенного воздействия (например, нефтяного загрязнения), имеют, как правило, необратимый характер. «Биологическое загрязнение» сравнимо по своим последствиям с другими видами загрязнения, а в ряде случаев ущерб окружающей среде от видов-вселенцев значительно превышает от-

рицательные последствия от действия всех других антропогенных факторов. Кроме того, в отличие от большинства загрязняющих веществ, которые в экосистемах обычно трансформируются в ходе процессов самоочищения и поддаются контролю со стороны человека, непредсказуемость и практическая неустранимость «биологического загрязнения» делает его специфической и весьма мощной формой антропогенного воздействия. Это явление приобрело глобальный характер, а инвазии чужеродных организмов признаны одним из ведущих факторов трансформации природных экосистем (Биологические инвазии..., 2004).

В 1992 г. в Рио-де-Жанейро была подписана международная Конвенция о биологическом разнообразии (КБР). Через несколько лет в США и России были приняты свои законы о контроле над распространением вселенцев, а в 2002 г. в Гааге были утверждены «Руководящие принципы по предотвращению интродукций и уменьшению воздействий чужеродных видов», согласно которым правительства всех стран обязаны остановить распространение опасных видов.

Подробная информация о международном законодательстве и международном сотрудничестве по проблеме интродукций чужеродных видов содержится в подготовленном Всемирным Союзом Охраны Природы (IUCN) специальном обзоре, а также на тематических сайтах в Интернет (Региональный центр по биологическим инвазиям, 2001; GloBallast, 2000).

По терминологии, принятой в рамках КБР, *чужеродным видом* живого организма для природного сообщества считается вид, подвид или таксон низшего ранга, интродуцированный за пределы его природного распространения (прошлого или настоящего ареала), включая любую часть, гаметы, семена, яйца или жизненные стадии таких видов, которые могут выживать и размножаться.

Инвазивный чужеродный вид означает такой чужеродный вид, чья интродукция и/или распространение угрожает биологическому разнообразию (видам, местообитаниям или экосистемам).

Интродукция означает антропогенное перемещение (прямое или опосредованное) чужеродного вида за пределы его природного ареала (прошлого или настоящего). Интродукции видов могут быть намеренными, когда чужеродный вид намеренно перемещается или выпускается за пределы его естественного распространения (ареала), или ненамеренными, когда интродукция происходит по какой-либо иной причине, связанной с деятельностью человека.

Для России, несмотря на ее относительно слабую нарушенность природных экосистем, проблема инвазий чужеродных видов и «перемешивания биот» не менее актуальна. Специалистами составлен первичный список видов-интродуцентов, включающий около 1000 видов растений и до 500 видов животных (позвоночных и беспозвоночных) из большинства биогеографических областей планеты (преимущественно из Восточной Азии и Северной Америки). Колоссальный ущерб наносят сельскому, лесному и рыбному хозяйствам виды-интродуценты, которые являются сорняками, вредителями или конкурентно активными гидробионтами, вытесняющими промысловые виды рыб или беспозвоночных (табл.). К настоящему времени наметились тенденции расширения ареалов видов-интродуцентов, конкурентно агрессивных, способных вытеснить аборигенные виды растений и животных и привести к катастрофическим изменениям биоразнообразия крупных регионов. Это касается, например, водоемов Европейской России, Азовского и Черного морей, фрагментов сохранившихся широколиственных лесов, отдельных регионов Юга России. Число случаев возникновения крупных экологических катаклизмов, вызванных инвазиями чужеродных видов, постоянно растет. Достаточно вспомнить несколько примеров: сорняки амброзия и борщевик, золотистая нематода, американская белая бабочка и другие вредители.

С реальной опасностью инвазии чужеродных видов в сложившуюся биосистему россияне столкнулись еще в середине прошлого века, когда в Европу из США случайно был завезен жук *Leptinotarsa decemlineata* (Say 1824), или просто колорадский (картофельный) жук – страшный враг картофельных полей, из-за которого, по данным Российской Академии Сельскохозяйственных наук, неко-

торые области России ежегодно теряют до 40% урожая картофеля (рис. 1).

Не имея естественных врагов, он продолжает победное шествие по Евразии. С начала 60-х годов им освоены агроландшафты большей части европейской части России и юга Западной Сибири.

Наиболее яркими примерами катастрофических биологических инвазий в водные экосистемы являются сравнительно недавнее занесение с балластными водами судов американского гребневика мнемнопсиса в Черное и Каспийское моря, а также моллюска дрейссены в североамериканские Великие озера (рис. 2).

ПРИМЕРЫ ИНВАЗИОННЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Виды-интродуценты	Воздействие на биоразнообразие	Меры регулирования
Растения		
1. <i>Ambrosia artemisiifolia</i> – амброзия польнolistная	О	Б
2. <i>A. trifida</i> – амброзия трехраздельная	О	Б
3. <i>A. maritima</i> – амброзия приморская	О	Б
4. <i>Solanum rostratum</i> – паслен ключевидный	О	Б
5. <i>S. carolinense</i> – паслен каролинский	О	Б
6. <i>Salvia lanceifolia</i> – шалфей ланцетолистный	О	Б
7. <i>Amaranthus retroflexus</i> – щирица колосистая	О	Б
8. <i>A. blitoides</i> – щирица жминдовидная	О	Н
9. <i>Elodea canadensis</i> – элодея канадская	О	Б
Жуки (Coleoptera)		
1. <i>Acanthoscelides obtectus</i> – фасоловая зерновка	О	Б
2. <i>Callosobruchus chinensis</i> – китайская зерновка	О	Б
3. <i>Leptinotarsa decemlineata</i> – колорадский жук	О	Б
Бабочки (Lepidoptera)		
4. <i>Grapholitha molesta</i> – восточная плодожорка	О	Б
5. <i>Hyphantria cunea</i> – американская белая бабочка	О	Б
Кокциды (Coccidae)		
6. <i>Quadraspidiotus perniciosus</i> – калифорнийская щитовка	О	Б
Птицы		
1. <i>Streptopelia decaocto</i> – кольчатая горлица	Х	Н
2. <i>Pastor roseus</i> – розовый скворец	Х	Н
3. <i>Branta canadensis</i> – канадская казарка	ХО	Н
Млекопитающие		
1. <i>Castor canadensis</i> – канадский бобр	ХО	Б
2. <i>Ondatra zibetica</i> – ондатра	ХО	Б
3. <i>Nyctereutes procyonoides</i> – енотовидная собака	О	Б
4. <i>Procyon lotor</i> – енот-полоскун	ХО	Н
5. <i>Mustela vison</i> – американская норка	О	Б

Примечание. Из доклада «Краткий обзор проблемы чужеродных видов и перспективы ее решения в рамках выполнения Россией обязательств по Конвенции о биологическом разнообразии». О – отрицательное влияние на биоразнообразие; Х – неизвестное влияние; ХО – нейтральное или местами хозяйственное значение; Б – применяются меры регулирования (химические и биологические методы борьбы с насекомыми и растениями, охота); Н – не применяются меры регулирования.

Гребневики *Stenophora* – морские животные, похожие на медуз, но не родственные им. Гребневик мнемипсис (*Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz 1865), небольшой хищный, планктонный организм из прибрежных атлантических вод Америки, находится в постоянном движении и непрерывно ест. Он появился в Черном море в начале 1980-х годов.

Этот быстро размножающийся вселенец активно поедает не только зоопланктонные организмы, но и плавающую в толще воды икру и мелких личинок рыб. Уже к 1988 г. общая масса гребневиков в Черном море достигла миллиарда тонн (Аладин, Плотноков, 2004). Плотоядный мнемипсис съел практически весь зоопланктон, лишив тем самым пищи планктоноядных рыб – хамсу, шпрот. Тех стало меньше (не только из-за мнемипсиса – рыбаки добывали рыбы столько, сколько могли выловить) – в результате лишились пищи хищные рыбы и дельфины. В итоге произошло десятикратное снижение уловов рыбы. Экономический ущерб от этой интродукции для черноморских стран (в том числе для России) оценивается сотнями миллионов долларов в год (Панов, 2002). Причиной массового развития этого вселенца стало отсутствие хищников, способных контролировать его численность: мнемипсиса никто не ел. Положение исправилось в конце 1990-х годов.

В Черном море появился еще один мигрант – другой атлантический гребневик – *Beroe ovata* Brugiére 1789 (рис. 3). Берое питается мнемипсисом, и только мнемипсисом, проглатывая его целиком. Нового гребневика провозгласили, было, спасителем Черного моря, но две подряд аномально холодные зимы едва не привели к исчезновению этого беспозвоночного «спасателя».

К тому же стало ясно, что сокращение уловов рыбы – лишь малая толика всех неприятностей, что может принести с собой агрессивный вселенец мнемипсис. Экосистема Черного моря, как считают специалисты, несколько лет балансировала на грани кризиса. Опасность была связана с уменьшением кислорода в верхних слоях воды и со стремительным увеличением толщины сероводородного слоя, который за последние 15 лет вырос на 12 м. В последние годы, по сведениям специалистов Института Океанологии, ситуация в море постепенно нормализуется. Концентрация зоопланктонных ракообразных вернулась к уровню до вторжения мнемипсиса – природа нашла для вселенцев место в пищевой сети моря, они уже стали нормальной частью планктонного сообщества.

После Черного мнемипсис проник в Каспийское море, и теперь в нем происходят изменения, подобные тем, что случились в Чер-

ном. Его вселение уже привело к изменениям в планктонных сообществах, и в настоящее время наблюдается резкое снижение запасов каспийской кильки. Проблема вселения мнемипсиса и других инвазивных видов является одной из ключевых для Каспия. Считается, что если ситуация с вторжением видов-вселенцев в Каспийском море будет развиваться так же, как в Азовском и Черном морях, то полная потеря его рыбохозяйственного значения произойдет в 2012–2015 гг. Общий ущерб может составить около 6 млрд долларов в год.

Не меньшей проблемой в настоящее время стала дрейссена (*Dreissena polymorpha* Pallas). Этот моллюск селится на твердых поверхностях и быстро достигает высокой численности. Он образует огромные скопления, обростая камни, сваи, различные гидротехнические сооружения, забивая все вокруг собственной массой. В несметных количествах проникает в водопроводные трубы, закупоривает их, а, погибая, становится причиной порчи питьевой воды. Вселение моллюска дрейссены в североамериканские Великие озера с балластными водами судов в 80-х годах прошлого века привело к вытеснению из водоемов бассейна многих местных видов двустворчатых моллюсков и вызвало серьезные изменения даже на экосистемном уровне. Дрейссена стала национальным бедствием для Великих озер – на очистку труб, водозаборных сооружений, в том числе и атомных станций, ежегодно тратится до 400 млн долларов. Именно эта катастрофическая по своим последствиям биологическая инвазия побудила правительство США к принятию специального федерального закона по инвазивным видам и введению жестких мер по контролю балластных вод (Панов, 2002).

С балластными водами судов могут перемещаться и патогенные для человека организмы, в том числе и такие опасные, как холерный вибрион *Vibrio cholerae*. Завезенный с балластными водами холерный вибрион в 1991 г. вызвал эпидемии холеры в Перу. В результате эпидемии заболело более миллиона человек, и более 10 тысяч человек погибло (Панов, 2002). Прекращение туристических потоков и введение эмбарго на экспорт обошлись экономике страны в 770 млн долларов.

Во внутренних водоемах европейской части России в настоящее время также наблюдаются нежелательные изменения в водных сообществах, вызванные как самораспространением чужеродных видов по гидрографической сети, так и распространением в результате намеренных интродукций в так называемых «рыбохозяйственных» целях. В общей сложности к настоящему времени здесь зарегистрировано

более 150 чужеродных видов среди свободноживущих водных беспозвоночных (Орлова, Шадрин, 2004). В результате внедрения чужеродных видов в уже сложившиеся водные биоценозы происходит их серьезная перестройка, изменяется биологическое разнообразие и функционирование сообществ. Как правило, такие изменения являются необратимыми, что приводит к утрате характерных для региона типов водных экосистем.

С начала века проблема биологической инвазии приобрела актуальность и для Онежского озера. В июне 2006 г. во многих средствах информации и сообщениях информагентств появились заметки о поимке китайского мохнорукого краба в Кондопожской губе Онежского озера. Однако впервые в Онежском озере он официально отмечен еще в 1992 г. Тогда в рыболовную сеть в районе Пухгинских островов был пойман взрослый самец китайского краба (Бергер и др., 1999). По некоторым сведениям он периодически отлавливается и в Повенецком заливе озера (Стерлигова, Ильмаст, 2006).

Китайский мохнорукий краб – *Eriocheirus sinensis* (Milne-Edwards 1854) – был впервые описан в прибрежных районах Желтого моря (рис. 4). Это относительно некрупное ракообразное с шириной панциря в среднем 5–8 см и размахом ног до 20 см.

У себя на родине – в водах Дальнего Востока – крабы вырастают и до больших размеров. Легко отличается от близких видов по опущенным клешням самцов, благодаря чему и получил название мохнорукого. Питается разнообразной животной (гниющими остатками рыб, моллюсков и прочих водных организмов) и растительной пищей. Способен поедать рыбу в сетях.

Взрослые особи исключительно эврибионтны. Они легко переносят существенные изменения температуры, могут неограниченно долго жить в совершенно пресной воде, кроме того, могут довольно долго обходиться и без воды, совершая сухопутные переходы из одних рек или ручьев в другие. Китайский краб обладает поразительной способностью к миграции. Например, вверх по течению реки он может подняться на расстояние до 1,5 тыс. км.

Китайский краб относится к катадромным видам, т. е. к видам, воспроизведение которых происходит исключительно в морской воде. Установлено, что половозрелые особи мигрируют вниз по течению рек для спаривания в эстуарных районах, где при солености не ниже 26‰ (а по некоторым данным – не ниже 20‰) происходит их размножение. Большинство отнерестившихся самок погибает. Китайский мохнорукий краб очень плодовит. Взрослая самка способна отложить до

1 млн икринок. Эмбриональное и личиночное развитие происходит в море. Экспериментальные наблюдения за отношением личинок к солености показали, что полное развитие китайского краба в реках или опресненных эстуариях невозможно. Молодые крабы возвращаются обратно в реки, поднимаясь вверх по течению на многие сотни километров.

Общая для всех беда с китайским мохноруким крабом не только в том, что он наносит ущерб, повреждая сети и пойманную в них рыбу. Обитая большую часть жизни в пресных водоемах, преимущественно в реках со спокойным течением, китайские крабы разрушают берега, прорывая их своими ходами и норамии полуметровой глубины (при массовом развитии – до нескольких десятков на 1 м²), разрушая плотины и дамбы, портя оросительные каналы. Кроме того, этот краб переносит рачью чуму, а в Восточной Азии является промежуточным хозяином паразита человека – легочной двуустки.

Широкое расселение этого вида практически по всему миру, несомненно, связано с деятельностью человека. Предполагают, что китайский краб был случайно завезен в Европу с балластными водами морских судов. В 1912 г. он впервые был обнаружен в эстуариях некоторых рек Германии. Отсюда он начал интенсивно расселяться вдоль западных берегов Европы, освоил крупные реки, проник в эстуарные районы Северного моря и широко распространился в Балтике. С 70-х годов прошлого века он прижился в английских реках Тайн и Темза и добрался до американских Великих озер и Калифорнии.

В Черном и Азовском морях первое появление китайского краба отмечено в 1998 г. (Мурина, Антоновский, 2001). В Волге он уничтожает прибрежную флору и фауну и угрожает прибрежным коммуникациям с начала 2000-х годов. Сведения о встрече с ним в разное время поступали из Волгограда, Саратовской и Ульяновской областей. К 2002 г. относится первая находка краба в Рыбинском водохранилище. В последние десятилетия продолжается его расселение во внутренних водах северо-запада России. В середине 1990-х годов он был встречен в р. Вуоксе. С 1998 г. крабы регулярно попадают в рыболовные сети в эстуарии р. Северной Двины и на расстоянии 20–40 км от ее устья (Наумов, Бергер, 2004).

Поскольку в новых местах обитания его экологическая ниша не занята и конкуренты отсутствуют, весьма вероятно, что расселение китайского мохнорукого краба на этом не остановится. По прогнозу ученых в ближайшее время он может стать элементом фауны сначала Бе-



Рис. 1. Колорадский жук



Рис. 3. Гребневик берое

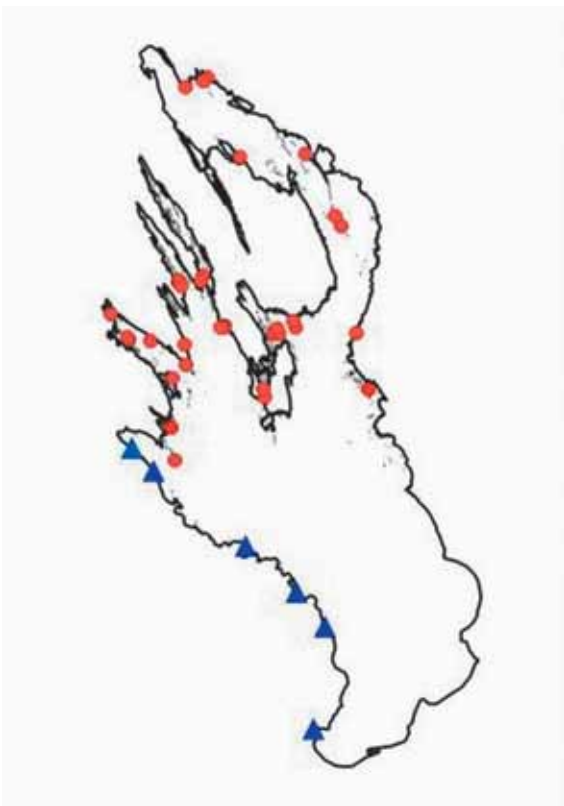


Рис. 6. Распространение рачка-вселенца в Онежском озере: ▲ 2001 г.; ● 2006 г.



Рис. 2. Гребневик мнемиопсис



Рис. 4. Китайский мохнорукий краб



Рис. 5. Боклопав *Gmelinoides fasciatus*



Рис. 7. Аборигенный озерный боклопав и рачок-вселенец *Gmelinoides fasciatus*

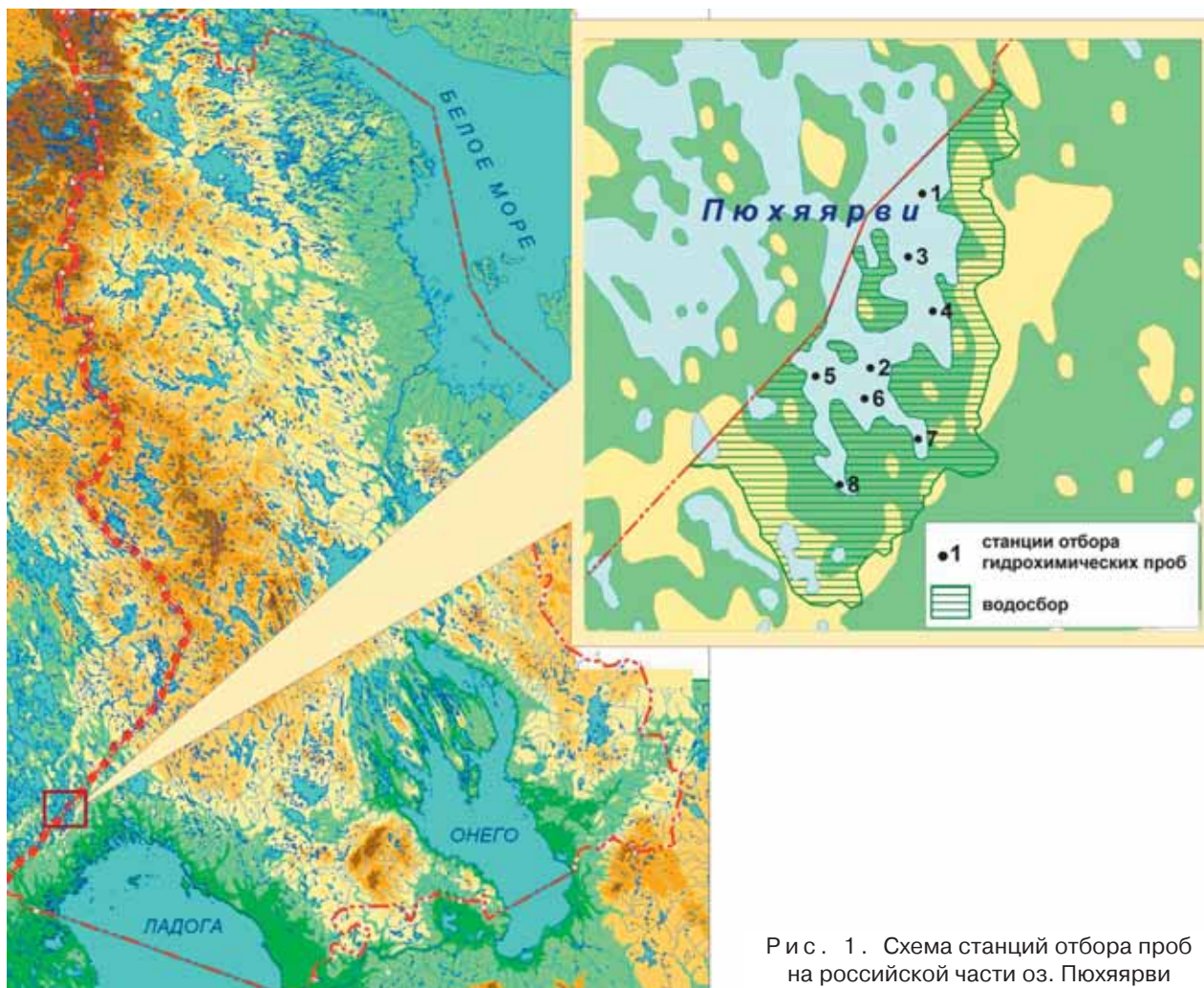


Рис. 1. Схема станций отбора проб на российской части оз. Пюхярви



Рис. 2. Экспедиционный лагерь



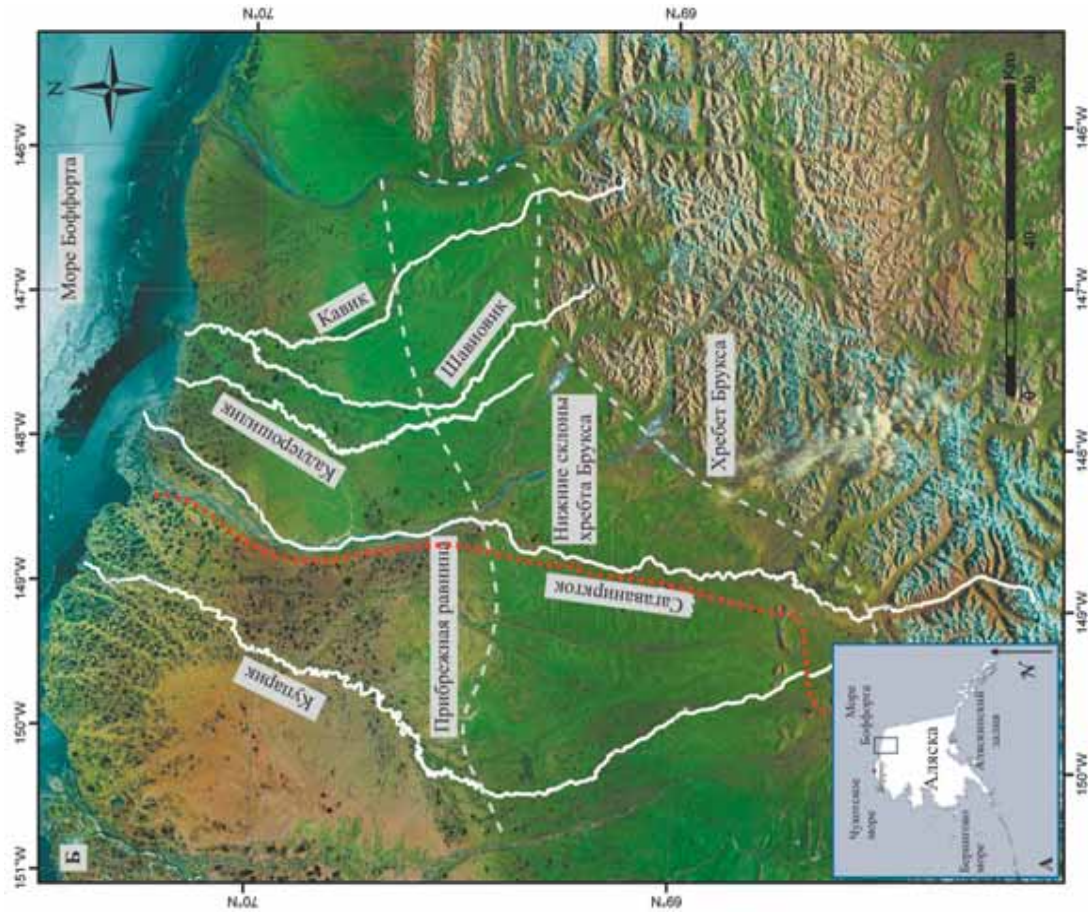
Рис. 3. Белые медведи



Рис. 4. Яки



Аудитория университета Йорк (York University)



Р и с . 1 . Карта основных речных систем вдоль Аляскинского нефтепровода (красная пунктирная линия) в полярных областях

На рисунке А схематично показан штат Аляска, указаны моря, омывающие берега Аляски, и самое северное поселение США г. Барроу. Прямоугольником выделено положение карты Б



Р и с . 2 . Осадкомер Третьякова, окруженный двойной защитой (Барроу, Аляска):

а – установка в рабочем состоянии, б – прибор не пригоден для измерений



ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТРОПА ОСТРОВА КИЖИ

видовые точки

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТРОПА

остров Кижь

2

Кижские острова-остров Онежский

Скала Онежского острова с острова Кижь

Средняя температура воздуха по данным за 1991 - 2002 гг.

Месяц	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек
Температура (градусы Цельсия)	-12	-10	-6	-1	4	10	15	14	10	5	-1	-5

Высота снежного покрова, см по данным за 1991 - 2002 гг.

Месяц	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек
Высота (см)	100	110	120	100	50	20	10	15	40	80	110	100

Температура воды на глубине 1 метра (градусы Цельсия) по данным за 1991 - 2002 гг.

Месяц	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек
Температура (градусы Цельсия)	3	3	4	5	7	12	15	14	10	7	5	4

Описание: Остров Кижь расположен в северной части Онежского озера. Длина его составляет 30 км, ширина до 30 м, 30 км. В южной части на скалистом берегу расположен исторический памятник архитектуры и искусства И.А. Коллеа, представляющая для территории в историческом плане. Остров Кижь имеет сложную форму, вытянутую с севера на юг. Он состоит из нескольких частей, соединенных перешейками. Общая площадь острова - 250 кв. км. Остров Кижь расположен в южной части Онежского озера. Его длина составляет 30 км, а ширина до 30 м. Общая площадь острова - 250 кв. км. Остров Кижь имеет сложную форму, вытянутую с севера на юг. Он состоит из нескольких частей, соединенных перешейками. Общая площадь острова - 250 кв. км.

Содержание: 1. Описание острова. 2. История острова. 3. Природа острова. 4. Культура острова. 5. Достопримечательности острова. 6. Экология острова. 7. Туризм на острове. 8. Заключение.



Планируемые охраняемые территории на побережье Балтийского моря (Parks for Life..., 1994)



Национальный парк «Водлозерский»



Заповедник «Кивач»



лого, а затем и других северных морей, в частности Баренцева и Норвежского. Кроме того, уже сейчас вполне вероятны случаи его обнаружения не только в Северной Двине, но и в других реках беломорского бассейна, в том числе и в р. Выг.

Вселение другого «чужака» в Онего произошло тихо и какое-то время, вероятно, оставалось незамеченным. Официально вид-вселенец впервые был отмечен в 2001 г. на участках каменистой и песчаной литорали юго-западной части озера от устья р. Свири до г. Петрозаводска (Березина, Панов, 2003). Речь идет о бокоплаве байкальского происхождения *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing) (рис. 5).

G. fasciatus – байкальская амфипода (Crustacea: Amphipoda), широко расселившаяся по водоемам и водотокам бывшего СССР преимущественно в результате широкомасштабных акклиматизационных работ, направленных на обогащение кормовой базы рыб.

В результате плановых мероприятий начиная с 60-х годов был произведен выпуск этого вида во многие озера и водохранилища. Такие важные биологические особенности рачка, как короткий жизненный цикл и короткое время для производства одной генерации, высокая плодовитость, быстрый рост и раннее созревание, всеядность, эврибионтность, высокая устойчивость к загрязнителям, а также способность к активному саморасселению, определили его успешную инвазию в разнотипные водоемы России.

Особь *G. fasciatus* имеют размеры от 1,2 до 16,6 мм, самки несколько мельче самцов. Первая откладка яиц происходит при размерах самок от 3,5 мм. Жизненный цикл преимущественно однолетний с одной или двумя генерациями.

Особенности биологии рачка способствуют адаптации и быстрому наращиванию численности в новых условиях. Размножение этих рачков в условиях, например, эстуария р. Невы и озер Балтийского бассейна, по сведениям Н. А. Березиной (2004), начинается уже при +4...+5 °С в марте – апреле, даже подо льдом. При температуре воды +14...+15 °С период развития зародышей – 11–15 суток. Для достижения половозрелости первой генерации требуется примерно 50–70 дней (при +18 °С). После созревания самки каждой генерации откладывают последовательно до трех помотов. Быстрому наращиванию численности помогает и образование так называемых «гаремов», когда в период размножения в популяции преобладают самки. При высоких летних температурах воды отмечается раннее созре-

вание и размножение этой амфиподы при длине тела, близкой к размеру ювенильных особей (1,2–3,0 мм).

Всеядность *G. fasciatus* обеспечивает выживание и размножение даже в обедненных трофических условиях. Эти амфиподы питаются детритом, нитчатками и диатомовыми водорослями, высшими водными растениями и мелкими животными, а также разлагающимся органическим веществом.

Рачок обитает в водоемах с колебаниями температуры летом +7...+32 °С, зимой +0,2...+3,4 °С и заселяет самые разные биотопы: илистые, песчаные, каменистые, древесные субстраты, заросли тростника, рогоза, рдеста. По некоторым данным (Камалтынов, 2001), рачок способен длительно переживать отсутствие воды, зарываясь во влажный песок, что может способствовать сохранению его популяций в литорали эстуариев или крупных озер при колебании уровня воды.

При попадании вида с такими характеристиками в условия, где нет хищников, паразитов и конкуренции, создается идеальная ситуация для роста численности популяции по классической схеме. Сначала рост численности (или биомассы) во времени происходит незаметно и медленно – фаза положительного ускорения, затем становится быстрым – логарифмическая фаза, что может приводить к популяционному взрыву. Как правило, в природе на определенном этапе наращивания численности видом возникает лимитирование теми или иными факторами среды. Это приводит к замедлению роста численности (или биомассы), достижению верхнего предела и дальнейшему поддержанию этих показателей примерно на одном постоянном уровне – фаза стабилизации (Одум, 1975).

На какой фазе роста находятся популяции вида-вселенца в озере и будут ли эти характеристики возрастать в ближайшие годы, покажут дальнейшие исследования. В настоящее время чужеродный вид успешно расселяется, осваивая различные типы местообитаний (рис. 6). Наблюдения последних лет показали, что инвазия *G. fasciatus* наблюдается практически по всей литорали Онежского озера. Лишь прибрежные участки в Уницкой и Лижемской губах практически не подвержены его нашествию.

Количественные характеристики развития популяций рачка-вселенца в других районах озера свидетельствуют об успешной натурализации чужака в озере. Прочно войдя в состав донных сообществ, байкальский бокоплав существенно изменил их структурные ха-

рактики и стал доминирующим видом на всех типах озерной литорали (Кухарев и др., 2007).

Устойчивость *G. fasciatus* к различным абиотическим факторам и особенности его биологии, скорее всего, будут способствовать вытеснению аборигенного вида *Gammarus lacustris* (Sars) (рис. 7, на фото вверху), как это происходит в Ладожском озере (Барков, Курашов, 2005).

Исходный облик биотопов литорали озера, скорее всего, навсегда утрачен. Чужеродный вид может привести в экосистему паразитов рыб, птиц и млекопитающих, будучи промежуточным хозяином нескольких видов скребней (Балданова, Пронин, 2001). После вселения байкальского вида кардинальным образом изменилась не только структура, но и функционирование литоральных биоценозов. Биомасса

зообентоса прибрежных ценозов с учетом вселенца возросла в среднем на 50%, что значительно увеличило кормовую базу бентосоядных рыб, которые охотно потребляют рачка (Мицкевич, 1981). Всеядность рачка может способствовать активизации процессов трансформации органического вещества в литоральной зоне озера. В целом механизмы воздействия чужеродных амфипод на водные сообщества еще слабо изучены и требуют дополнительных наблюдений.

В отношении мохнорукого «пришельца» сведений у нас практически нет. С уверенностью можно только утверждать, что размножаться в озере он не сможет. Для продолжения рода «китайцу» необходимо будет перебраться или в Балтийское море, или, преодолев Беломорско-Балтийский канал, в Белое. Может быть, и сумеет.

ЛИТЕРАТУРА

Аладин Н. В., Плотников И. С. Воздействие видов-вселенцев на биоразнообразие Каспийского моря // Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. С. 231–242.

Балданова Д. П., Пронин Н. М. Гаммариды как промежуточные хозяева скребней (*Acanthoscephala*) // Исследования фауны водоемов Восточной Сибири: Сб. науч. тр. Иркутск: ИрГУ, 2001. С. 50–54.

Барков Д. В., Курашов Е. А. Значение байкальской амфиподы *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing) в структуре макрзообентоса литорали о. Валаам (Ладожское озеро). Электронный журнал «Исследовано в России», 79, 820–834, 2005. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2005/079.pdf>.

Березина Н. А. Причины, особенности и последствия распространения чужеродных видов амфипод в водных экосистемах Европы // Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. С. 254–268.

Березина Н. А., Панов В. Е. Вселение байкальской амфиподы *Gmelinoides fasciatus* (Amphipoda, Crustacea) в Онежское озеро // Зоол. журн. 2003. Т. 82, № 6. С. 731–734.

Бергер В. Я., Брызгин В. Ф., Наумов А. Д. Китайский мохнорукий краб *Eriocheir sinensis* – новый элемент фауны Восточной Фенноскандии // Биологические основы изучения, освоения и охраны животного и растительного мира, почвенного покрова Восточной Фенноскандии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1999. С. 260.

Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 436 с.

Ижевский С. С. Чужеземные насекомые как биоагрессоры // Экология. 1995. № 2. С. 119–122.

Камалтынов Р. М. Амфиподы (Amphipoda: Gammaroidea) // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Новосибирск: Наука, 2001. Т. 1: Озеро Байкал. Ч. 3. Кн. 1. С. 572–831.

Каспийская экологическая программа, 2002. Интернет: <http://caspienenvironment.org/>.

Колонин Г. В., Герасимов С. М., Морозов В. Н. Биологическое загрязнение // Экология. 1992. № 2. С. 89–94.

Кухарев В. И., Полякова Т. Н., Рябинкин А. В. Распространение байкальской амфиподы *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing) в Онежском озере // Тез. докл. междунар. науч. конф. «Естественные и инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем» (5–8 июня 2007 г.). Ростов-на-Дону, 2007. С. 184–185.

Мицкевич О. И. Потребление акклиматизированных гаммарид рыбами в оз. Отрадном // Сб. науч. тр. 1981. Вып. 173. С. 71–76.

Мурин В. В., Антоновский А. А. Китайский краб *Eriocheir sinensis* – экзотический вселенец в бассейн Азовского моря // Экология моря. 2001. Вып. 55. С. 37–39.

Наумов А. Д., Бергер В. Я. Колонизация Белого моря различными видами в голоцене: естественная и антропогенная составляющие // Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. С. 222–231.

Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
Орлова М. И., Шадрин Н. В. Обзор чужеродных видов свободноживущих водных беспозвоночных и рыб в водоемах европейской части России. Свободноживущие беспозвоночные // Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. С. 69–83.

Панов В. Е. Биологическое загрязнение как глобальная экологическая проблема: международное законодательство и сотрудничество // С. С. Ижевский (ред.). Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов: Сб. материалов Круглого стола в рамках Всерос. конф. по экол. безопасности (4–5 июня 2002 г.). М.: МСОП – Всемирный союз охраны природы, Представительство для России и СНГ, 2002. С. 22–40.

Региональный центр по биологическим инвазиям. 2001. Интернет: <http://www.zin.ru/projects/invasions/>

Стерлигова О. П., Ильмаст Н. В. Виды-вселенцы в водоемах Карелии // Современные экологические проблемы Севера: Материалы Международ. конф. (10–12 окт. 2006 г.). Апатиты: КНЦ РАН, 2006. С. 186.