

ВИДЫ-ВСЕЛЕНЦЫ В БИОЦЕНОЗЕ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ БЕЛОВСКОЙ ГРЭС (ЮГ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

© 2009 Яныгина Л.В., Кириллов В.В., Зарубина Е.Ю.

Институт водных и экологических проблем СО РАН,
656038 г. Барнаул, ул. Молодежная, 1, zoo@iwep.asu.ru
Поступила в редакцию 31.08.09

Аннотация

Постоянное многолетнее поступление подогретых сбросных вод тепловой электростанции определило развитие в Беловском водохранилище на р. Иня представителей ракообразных (*Gmelinoides fasciatus* Steb.), моллюсков (*Pomacea canaliculata* Lamarck) и сосудистых растений (*Vallisneria spiralis* L.), нетипичных для биогидроценозов водоемов юга Западной Сибири. Распространение тропических моллюсков и растений в водоеме-охладителе ограничено зоной постоянного сильного и умеренного подогрева.

Ключевые слова: водоем-охладитель, виды-вселенцы, тепловая электростанция, беспозвоночные, макрофиты.

Введение

Экологические проблемы водоемов-охладителей, связанные с поступлением в гидросферу подогретых сбросных вод тепловых и атомных электростанций, с конца 1950-х гг. привлекли внимание многих исследователей в разных странах [Мордухай-Болтовской, 1975]. За прошедший период было установлено, что изменения в экосистемах водоемов в результате подогрева в значительной степени зависят не только от типа водного объекта, используемого для охлаждения (река, озеро, водохранилище), системы водоснабжения электростанции (оборотная или прямоточная), параметров охладителя и тепловой нагрузки на него, но и от ландшафтно-географической зоны, в которой расположен водоем-охладитель [Мордухай-Болтовской, 1975; Водоем-охладитель ..., 1978, Кириллов, Чайковская, 1989].

Цель работы – оценка роли видов-вселенцев в функционировании биоценозов водоема-охладителя Беловской ГРЭС, расположенного на юге Западной Сибири.

Материалы и методы

Водоохранилище создано в 1964 г. зарегулированием стока р. Иня у г. Белово Кемеровской области для охлаждения подогретых сбросных вод Беловской ГРЭС. Это равнинное водохранилище руслового типа сезонного регулирования. Длина водоема 10 км, максимальная ширина 2.3 км, минимальная – 1.0 км, максимальная глубина 12.0 м, средняя – 4.4 м по проектным данным. Объем водных масс 60 млн м³. Площадь зеркала при нормальном подпорном уровне (НПУ) 13.6 км², площадь мелководий до 2.0 м при НПУ – 5.4 км². Площадь водосборного бассейна до створа гидроузла ГРЭС – 1970 км².

Одна из особенностей Беловского водохранилища, как и других водоемов-охладителей с оборотной системой водоснабжения – большая интенсивность внутреннего водообмена (около 25 раз в год) по сравнению с внешним (около 3 раз). По площади акватории водоем относится к малым водохранилищам, по средней глубине – к мелководным водоемам. Водоохранилище является

рыбохозяйственным водоемом, используется для водоснабжения Беловской ГРЭС, промышленных предприятий г. Белова, орошения и рекреации.

Термический режим. Вода поступает на ГРЭС по водозаборному каналу из приплотинного участка и сбрасывается по каналу длиной 6.45 км в среднюю часть водохранилища. В результате образуется циркуляционный поток охлаждающейся воды, охватывающий около 40% акватории. Температура воды в циркуляционном потоке в теплый период года может превышать 30 °С, в холодный период достигает 5.4–10.1 °С.

По степени влияния подогрева в водоеме можно выделить три зоны:

I зона – постоянного сильного подогрева, расположенная непосредственно в месте сброса теплых вод. Это сбросной канал и часть водохранилища в районе его устья. Максимальная температура воды (в июле) здесь может достигать 36 °С.

II зона – умеренного подогрева, включающая часть акватории, где распространяется циркуляционный поток охлаждающейся воды. В течение всей зимы за счет поступления теплых вод из сбросного канала на этом участке ледяной покров не образуется или существует короткое время.

III зона – слабо подогреваемая, расположенная в верхнем плесе и приплотинной части водохранилища. Температурный режим этих частей водохранилища близок к естественному.

Наибольшее отличие термического режима различных зон водохранилища наблюдается в холодное время года. По степени влияния теплых сбросных вод ГРЭС (среднегодовой подогрев равен 5 °С), согласно классификации М.Л. Пидгайко [1971], водохранилище относится к водоемам с умеренным подогревом.

Данная работа основана на результатах натуральных исследований, проведенных в апреле, июле и сентябре 2002 г., июле 2006 г., а также апреле, августе и октябре 2008 г. На экологически разнородных по

температуре воды, типу грунта и глубине 12 точках было отобрано 45 проб зообентоса в 2002 г., 31 проба – в 2006 г. и 21 – в 2008 г., заложено около 500 листов гербарного материала, сделано 45 укусов макрофитов. На мягких грунтах пробы зообентоса отбирали дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0.025 м², с каменистых субстратов делали количественные смывы. Качественные пробы отбирали гидробиологическим сачком в зарослях макрофитов и делали смывы с укусов макрофитов. Кроме того, в апреле 2008 г. были исследованы искусственные субстраты (керамзит), экспонировавшиеся в водохранилище в течение 2–3 суток. Пробы зообентоса промывали через капроновый газ с размером ячеек 350х350 мкм, фиксировали 70% спиртом. Полевые исследования высшей водной растительности осуществляли с применением стандартных методов [Белавская, 1979; Катанская, Распопов, 1983]. Для определения фитомассы делали укусы с площадки размером 0.25 м². Анализ материала проводили общепринятыми гидробиологическими методами [Руководство..., 1992].

Результаты и обсуждение

В водоеме-охладителе Беловской ГРЭС к настоящему времени отмечены представители ракообразных (*Gmelinoides fasciatus* Steb.), моллюсков (*Pomacea canaliculata* Lamarck) и сосудистых растений (*Vallisneria spiralis* L.), нетипичные для биогидроценозов юга Западной Сибири.

Gmelinoides fasciatus Steb. – вид байкальского происхождения – в последние десятилетия активно расселяется по всей Евразии. Имеются многочисленные сведения о нахождении его в озерах (Ладожское, Псковско-Чудское), волжских водохранилищах, водохранилищах Ангарского каскада, в водоемах бассейна оз. Байкал [Базова, 2002]. В некоторые из этих водоемов вид был интродуцирован в целях повышения кормовой базы рыб, в другие попал

случайно. Сведения о нахождении *G. fasciatus* в бассейне р. Оби касаются только Новосибирского водохранилища, куда он был интродуцирован в 1960-е гг. [Визер, 1981]. Вероятнее всего в Беловское водохранилище *G. fasciatus* был занесен с рыбопосадочным материалом из садкового рыбного хозяйства, расположенного в нижнем бьефе Новосибирского водохранилища. *G. fasciatus* встречается в Беловском водохранилище в зонах минимального подогрева и естественного температурного режима преимущественно на твердых субстратах: валунах, гальке, щебне в прибрежье. Отмечен также на камнях и песке в р. Иня, как выше, так и ниже водохранилища. В зарослях макрофитов *G. fasciatus* встречается редко и не достигает высокой численности: единичные экземпляры гаммарид отмечены в 2002 г. в зарослях рдеста, роголистника и тростника. Длина рачков в Беловском водохранилище изменялась в пределах 1.2–10.2 мм. Максимальные размеры были отмечены в

апреле и составили 10.2 мм для самцов и 9.2 мм для самок. В период исследований *G. fasciatus* составлял значительную часть численности (20–45%) и биомассы (34–48%) зообентоса. Максимальные значения численности и биомассы отмечены на каменистых грунтах литорали водохранилища и подводящего канала (Табл. 1). На илах глубоководной части водоема были обнаружены лишь единичные особи гаммарид. В сбросном канале *G. fasciatus* встречался только ранней весной. Экспериментально показано [Тимофеев, 2000], что *G. fasciatus* предпочитает невысокие температуры (17–18 °С), что, вероятно, и определило его расселение в слабо- и неподогреваемых зонах водохранилища. Максимальные за весь период исследований значения численности и биомассы рачков отмечены в сентябре 2002 г. на мелководье зоны минимального подогрева и составили 24.4 тыс. экз./м² и 36.1 г/м², соответственно.

Таблица 1. Средняя численность (N, тыс. экз./м²) и биомасса (B, г/м²) *Gmelinoides fasciatus* в Беловском водохранилище.

Участок	Апрель		Июль		Сентябрь	
	N	B	N	B	N	B
Подводящий канал	2.2	22.5	3.2	9.8	–	–
Сбросной канал	0.2	0.8	0	0	0	0
Литораль водохранилища	0.6	2.3	1.7	3.7	12.3	18.5
Профундаль водохранилища	0	0	0	0	<0.1	<0.1
Река Иня	0.1	0.6	3.6	6.7	2.4	4.3

«–» Нет данных

Особый интерес вызывает обнаружение в сбросном канале Беловской ГРЭС моллюсков *Pomacea canaliculata* (Lamarck) из сем. Ampullariidae. Эти моллюски широко распространены в тропических и субтропических водоемах Южной Америки, откуда они были завезены в водоемы Индонезии, южного Китая, Японии, Таиланда [Bronson, 2002]. Оптимальная температура для развития этих моллюсков в южноамериканских водоемах 18–25 °С [Estebenet, Martin,

2002]. Особи *P. canaliculata* являются самыми устойчивыми по сравнению с другими видами рода к низкой температуре воды и могут выдерживать длительное (до 25 дней) понижение температуры воды до 0 °С [Matsukura et al., 2009]. Водоем-охладитель Беловской ГРЭС в настоящее время является самой северной точкой распространения моллюска. В Беловском водохранилище развитие *P. canaliculata* было приурочено к зоне максимального подогрева. Они были массово обнаружены в сбросном

канале при температуре от 15 °С в начале апреля до 29 °С в начале июля. Единичные особи моллюсков были найдены в июле в умеренно подогреваемой зоне, куда они, вероятно, попали через канал зимнего сброса. Большая часть моллюсков была обнаружена в сбросном канале на высшей водной растительности, часть особей собрана с бетонных плит канала и илов под зарослями макрофитов. Популяция *P. canaliculata* была представлена разновозрастными особями, ширина раковины собранных экземпляров достигала 7 см. Следует отметить, что максимальные размеры раковины *P. canaliculata* из Беловского водохранилища соответствуют размерам моллюсков, собранных в естественных местах обитания, где в зависимости от условий среды они достигают 4–10 см [Cazzaniga, 2002]. Биомасса *P. canaliculata* в зарослях макрофитов сбросного канала в июле 2006 г. достигала 186 г/м². В июле были отмечены многочисленные кладки *P. canaliculata* на высшей водной растительности, преимущественно на валлиснерии. Вероятнее всего моллюски попали в канал из аквариума, нашли благоприятные условия для размножения и в период исследования в большом количестве встречались на высших водных растениях, преимущественно на валлиснерии. Моллюски сем. Ampullariidae рассматриваются как один из объектов для разведения в аквакультуре на базе водоемов-охладителей [Усенко и др., 1996; Гудима, 1999]. Существование устойчивой популяции *P. canaliculata* в течение всего пятилетнего периода исследований водохранилища свидетельствует о перспективности этого направления и о возможности использования Беловского водохранилища для выращивания моллюсков.

Vallisneria spiralis L. – древний тропический вид с разорванным ареалом, относящийся к группе евросубтропических видов. Оптимальная температура существования *Vallisneria spiralis* в

естественных водоемах – 20–26 °С. В настоящее время это растение довольно часто отмечают в водоемах-охладителях Европы, в таежной зоне Зауралья, недалеко от границы с полярным Уралом [Журавель, 1974; Шкорбатов и др., 1976; Ваулин, Зубарева, 1979; Садырин, 1980; Протасов, Здановски, 2001]. По мнению В.М. Катанской [1979], валлиснерию в этой части современного техногенного ареала можно отнести к заносным синантропным видам, которые нашли свой экологический оптимум в наиболее подогреваемой части водоемов-охладителей, где экологические условия приближаются к субтропическим. Валлиснерия спиральная, как и другие термофильные элементы биогеоценозов, может быть перспективным индикатором термического загрязнения водоемов [Безносова, Суздалева, 2001].

В Беловском водохранилище распространение валлиснерии ограничивается областью влияния теплых вод, где она, как правило, формирует моновидовые сообщества или сообщества с незначительной примесью *Ceratophyllum demersum* L. и *Lemna minor* L.. Следует отметить, что растительность Беловского водохранилища ранее была исследована в 1972 г. [Катанская, 1979] и в 1978–1979 гг. [Кириллов и др., 1983]. И если в 1972 г. В.М. Катанской [1979] валлиснерия не была обнаружена, то в 1978–1979 гг. В.В. Кирилловым с соавторами [1983] валлиснерия уже была отмечена в сбросном канале.

В 2002–2008 гг. сообщества валлиснерии спиральной обнаружены не только в сбросном канале, но на акватории водохранилища в зоне умеренного подогрева. Однако цветение *V. spiralis* отмечено только в сбросном канале в зоне сильного подогрева. Фитоценозы валлиснерии одноярусные с густым травостоем и проективным покрытием 80–95%.

Температура воды для валлиснерии является наиболее значимым экологическим фактором [Korschgen, Green, 1988]. В подогреваемых водоемах в летний период максимальная длина и

ширина листовой пластины *Vallisneria spiralis* отмечены при температуре 22–25 °С [Hutorowicz, Hutorowicz, 2008]. Выход за пределы этого температурного оптимума приводит к снижению размеров листа. В период наблюдений на Беловском водохранилище температура воды в зоне сильного подогрева летом составляла 26–28 °С, в зоне умеренного подогрева – 23–24 °С. Длина листа валлиснерии в сбросном канале (зона сильного подогрева) составляла 20–25 см при ширине – до 0.4 см; в водохранилище (зона умеренного подогрева) – 65–70 см и до 1.5 см соответственно. Увеличение размеров валлиснерии в водохранилище может быть как следствием уменьшения влияния подогретых вод, так и частичным выеданием ее в сбросном канале моллюсками *P. caniculata* [Яныгина и др., 2005].

В 2002 г. в сбросном канале *Vallisneria spiralis* отмечена в 1.5 км от истока ниже по течению. Почти чистые заросли валлиснерии, во все периоды исследований (апрель, июль, сентябрь), образовывали заросли шириной до 1 м вдоль берегов сбросного канала на глубине до 1 м вплоть до устья.

В этот же период в 2006 и 2008 гг. в сбросном канале, вероятно в связи с понижением температуры воды на сбросе (до 26 °С), валлиснерия обнаружена уже в истоке канала в месте максимального подогрева вод. Далее по каналу вдоль берегов заросли валлиснерии образовывали полосу шириной до 3–5 м на глубине до 1.5 м вплоть до устья.

Величины фитомассы и продуктивности сообществ валлиснерии в 2006 и 2008 гг. были ниже, чем в 1978 г. [Кириллов и др., 1983] (Табл. 2), что может быть связано как с гидрологическими особенностями исследованного периода, так и с появлением моллюска *P. caniculata*, для которого валлиснерия является основным питательным субстратом.

Значительные колебания биомассы и продуктивности валлиснерии спиральной наблюдаются и в течение вегетационного сезона. Максимальные значения были отмечены осенью (октябрь), когда валлиснерия цвела, проективное покрытие в сообществах достигало 98%, а минимальные – в апреле (Табл. 3).

Таблица 2. Биомасса и продукция валлиснерии спиральной в Беловском водохранилище в 1978 [Кириллов и др., 1983], 2006 и 2008 гг.

Продуцент	1978		2006		2008	
	абсолютно сухой вес, г/м ²	продукция, г/м ²	абсолютно сухой вес, г/м ²	продукция, г/м ²	абсолютно сухой вес, г/м ²	продукция, г/м ²
Валлиснерия спиральная	30–167	200.4	88	105.6	112	134.4

Таблица 3. Биомасса и продукция валлиснерии спиральной в сбросном канале Беловского водохранилища, апрель – октябрь 2008 г.

Участок	Сырая биомасса, г/м ²			Абсолютно сухая биомасса, г/м ²		Продукция, г/м ² в год	
	Апрель	Август	Октябрь	Апрель	Август	Апрель	Август
Устье	2056	8152	8848	248	560	298	672
Середина	1028	–	2200	104	–	125	–
Исток	1428	3560	1976	148	264	178	317

Таким образом, количественные показатели развития валлиснерии спиральной в водохранилище свидетельствуют о том, что этот вид проходит все стадии развития, создавая высокую биомассу, и, следовательно, приспособился к созданным человеком в водохранилище условиям. Валлиснерия, вероятно, не составляет конкуренции аборигенным видам, так как последние не могут существовать на данном участке водохранилища из-за высокой термической нагрузки.

Следует отметить, что обнаруженные нами виды-вселенцы не являются обрастателями и не оказывают отрицательного влияния на работу гидротехнического сооружения. С другой стороны, из-за неблагоприятного для аборигенных видов термического режима наиболее подогреваемой зоны, тропические виды в Беловском водохранилище создают основную часть продукции сбросного канала, существенно повышая биологический потенциал самоочищения этого участка.

Экстрараональность экосистем водоемов-охладителей тепловых электростанций по столь существенному экологическому фактору, как температура, позволила предположить, что таксономический состав биоценозов подогреваемых водоемов окажется обогащен представителями флоры и фауны более южных широт [Мордухай-Болтовской, 1975]. Наиболее вероятным источником попадания тропических видов в водоемы умеренных широт являются любительские аквариумы. Кроме обнаруженного нами *P. canaliculata*, в водоемах-охладителях были найдены и другие аквариумные виды моллюсков – *Physella integra* (Haldeman), *Planorbis corneus* var. *rubra* [Безносова, Суздалева, 2001]. В условиях Сибири существование таких видов возможно только в зонах подогрева. Кроме того, в сбросном канале создаются неблагоприятные термические условия для аборигенных видов, что обеспечивает ослабление конкуренции для вселенцев. Эти факты поставили перед

исследователями задачи, связанные с оценкой относительной степени влияния региональных (зональных) и локальных (азональных) факторов на формирование таксономического состава организмов водоемов-охладителей.

Для решения этих задач необходима по возможности полная ревизия данных по водоемам-охладителям тепловых и атомных электростанций, расположенным в разных природных условиях и имеющим различный «тепловодный» возраст. Изучение таксономического состава при исследовании биологического разнообразия на уровне экосистем имеет особое значение в связи с его большей, относительно других параметров их состояния, стабильностью (большим характерным временем), и, вследствие этого, приоритетной индикаторной значимостью для оценки направления и скорости эволюции (сукцессии) экосистем, их типизации.

Литература

- [1] Базова Н.В. Байкальский бокоплав *Gmelinoides fasciatus* (Stebb.) в озере Гусиное (Бурятия) и его распространение в водоемах Восточной Сибири // Экологические, физиологические и паразитологические исследования пресноводных амфипод: Сб. научных трудов. – Иркутск: Иркут. ун-т, 2002. – С. 18-26.
- [2] Безносова В.Н., Суздалева А.Л. Экзотические виды фитобентоса и зообентоса водоемов-охладителей АЭС как биоиндикаторы теплового загрязнения // Вестн. Моск. ун-та. Сер. биология. – 2001. – №3. – С. 22-23.
- [3] Белавская А.П. К методике изучения водной растительности // Бот. журн., 1979. Т. 64, № 1. С. 32-41.
- [4] Ваулин Г.Н., Зубарева Э.Л. Валлиснерия в Верхне-Тагильском водоеме-охладителе// Структура и функции водных биоценозов, их рациональное использование и охрана на Урале. – Свердловск, 1979.

- С. 23-24.
- [5] Визер А.М. Результаты вселения байкальских гаммарид в Новосибирское водохранилище // Рыб. хоз-во. – 1981. – № 4. – С. 47-48. 4.
- [6] Водоем-охладитель Ладыжинской ГРЭС / отв. Ред. О.Г. Кафтаникова. – Киев, 1978. – 130 с.
- [7] Гудима Б.И. Ампулярия как новый нетрадиционный объект тепловодного рыбоводства в Украине: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. – Киев, 1999. – 19 с.
- [8] Журавель П.А. К экологии теплолюбивых гидробионтов в водоемах с теплыми водами ГРЭС Днепропетровской области. // Влияние тепловых электростанций на гидрологию и биологию водоемов. Матер. Второго симпозиума, 26-28 августа 1974г. – Борок, 1974. – С.65-67.
- [9] Катанская В.М. Растительность водохранилищ-охладителей тепловых электростанций Советского Союза. – Л.: Наука, 1979. – 278 с.
- [10] Катанская В.М., Распопов И.М. Методы изучения высшей водной растительности // Руководство по методам гидробиол. анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. С. 129-176.
- [11] Кириллов В.В., Гладкова З.И., Козлова С.В. и др. Высшая водная растительность водохранилища – охладителя Беловской ГРЭС (1978-1979 гг.) // Комплексные исследования водных ресурсов Сибири: Тр. ЗапСибРНИГМИ, Вып. 56. М., 1983. С. 98-105. ()
- [12] Кириллов В.В., Чайковская Т.С. Сравнительная характеристика экосистем водоемов-охладителей тепловых электростанций Сибири // Проблемы гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства Сибири: Тез. докл. -Ч.3.- Красноярск.-1989. - с.99-102.
- [13] Мордухай-Болтовской Ф.Д. Проблема влияния тепловых и атомных электростанций на гидробиологический режим водоемов (обзор) // Экология организмов водохранилищ-охладителей. Труды Ин-та биологии внутр. вод АН СССР. – 1975. – Вып. 27. – С. 7-69.
- [14] Пидгайко М.Л. Материалы к сравнительной физико-географической характеристике водоемов-охладителей электростанций Украины // Гидрохимия и гидробиология водоемов-охладителей тепловых электростанций Украины. – Киев, 1971. – С. 19-35.
- [15] Протасов А.А., Б. Здановски. К определению воздействия тепловых и атомных электростанций на гидроэкосистемы с помощью экспертных оценок. – Гидробиол. журн. — 2001. — Т. 38, № 1. – С. 95-104.
- [16] Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. – Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1992. – 319 с.
- [17] Садырин В.М. Фауна зарослей водоемов-охладителей. – Автореф. дис... канд. биол. наук. – Москва, МГУ, 1980. – 18 с.
- [18] Степанова И.В., Бажина Л.В. Бентос Беловского водохранилища и бассейна Кадатского водохранилища // Комплексные исследования водных ресурсов Сибири. – М., 1983. – С.116-123.
- [19] Тимофеев М.А. Сравнительная оценка отношения байкальских гаммарид и голарктического *Gammarus lacustris* к абиотическим факторам / Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Иркутск, 2000. – 20 с.
- [20] Усенко Ю.М., Стребкова Т.П., Рукавицын Г.И. Биологическая характеристика и некоторые вопросы искусственного разведения брюхоногого моллюска *Ampullaria (Effusa) glauca* (Linnaeus, 1758) //

- Рыбное хозяйство. – 1996. – вып. 3-4. – С. 27-29.
- [21] Шкорбатов Г.Л., Васенко А.Г., Беспалов Ю.Г. К становлению биологического режима водоемов-охладителей теплоэлектростанций. – III съезд ВГБО. Тез.докл. – Рига, 1976. – Т. 2. – С. 53-55.
- [22] Яныгина Л.В., Кириллов В.В., Зарубина Е.Ю. Роль видов-вселенцев в формировании биоценозов водоема-охладителя Беловской ГРЭС // Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2). Тез. докл. Второго межд. симпоз. по изучению инвазийных видов. Борок, Россия 27 сеп.-1 окт. 2005 г. – Рыбинск-Борок, 2005. – С. 110-111.
- [23] Bronson C.H. Apple Snails // Technical Bulletin. – 2002. - № 3. – P. 2-4.
- [24] Cazzaniga N.J. Old species and new concepts in the taxonomy of Pomacea (Gastropoda: Ampullariidae) // Biocell. – 2002. - № 26. – P. 71-81.
- [25] Estebenet A.L., Martin P.R. *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae): Life-history: Traits and their Plasticity. – Biocell. – 2002. – 26(1). – P. 83-89.
- [26] Hutorowicz A., Hutorowicz J. Seasonal development of *Vallisneria spiralis* L. in a heated lake. – Ecological Questions. – 2008. – 9. – P. 79-86.
- [27] Korschgen C., Green W. American wildcelery (*Vallisneria americana*): Ecological considerations for restoration. – U.S. Fish and Wildlife Service, Fish and Wildlife Technical. – 1988. – 19. – 24 pp.
- [28] Matsukura K., Tsumuki H., Izumi Y., Wada T. Physiological response to low temperature in the freshwater apple snail, *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae). – J. Exp. Biol. – 2009. – 212. – P. 2558-2563.

INVASIVE SPECIES IN THE BIOCECENOSIS OF THE COOLING RESERVOIR OF BELOVO POWER PLANT (THE SOUTH OF WEST SIBERIA)

© 2009 Yanygina L.V., Kirillov V.V., Zarubina E.Y.

Institute for Water and Environmental Problems of SB RAN
1, Molodezhnaya St., Barnaul, 656038, Russia, zoo@iwep.asu.ru

Abstract

The invasion of species unusual for biohydrocenosis of the South of West Siberia was caused by permanent long-term input of discharge water from Belovskaya thermal power plant. Tropical invasive species enter the cooling water-body from aquariums, and their distribution is limited by the areas of maximum and moderate water heating.

Key words: cooling reservoir, invertebrates, macrophyta.