

А. В. Тихонов, М. А. Борисова

**Оценка современного состояния прудов водохранилища-охладителя
Ярославской ГРЭС по гидрботаническим показателям**

Дана оценка современного состояния одного из старейших наливных водоемов территории бывшего СССР – водохранилища-охладителя Ярославской ГРЭС. Установлено низкое видовое и ценотическое разнообразие водоема, зарастание в целом умеренное (35 % акватории), осуществляется по классической схеме в виде поясного (зонного) распределения растительности с наличием сплавин по сильно заиленным (более 1 м) берегам. По качеству воды водоем характеризуется как о-β-сапробный.

Ключевые слова: водохранилище-охладитель, флора, экотип, ценотическое разнообразие, зарастание, сапробность.

A. V. Tikhonov, M. A. Borisova

Estimation of a Current State of Ponds of the Water Basin-Cooler of Yaroslavl State District Power Station on Hydrobotanical Indicators

The estimation of a current state of one of the oldest bulk reservoirs in the territory of the former USSR – a water basin-cooler of Yaroslavl state district power station is given. Low species and coenotic variety of the reservoir was established, overgrowing in general is moderate (35 % of water area), carried out under the classical scheme in the form of zone (zonal) allocation of vegetation with presence of quagmires on a highly-silted (more 1m) coast. Due to the water quality the reservoir is characterized as o-β-saprobe.

Keywords: a water basin-cooler, flora, an eco-type, coenotic variety, overgrowing, saprobity.

Введение

В 60–70-е годы прошлого столетия в связи с активным строительством на территории СССР тепловых и атомных электростанций и прогрессирующим сбросом подогретых вод в водоемы большое внимание в научной литературе [7, 13 и др.] стало уделяться влиянию поступающего в водоемы тепла на их экосистемы в целом и отдельных гидробионтов. Проблема экологии подогретых вод стала рассматриваться как одна из актуальных в области антропогенного воздействия на окружающую среду. К негативным ее сторонам относится чрезмерное зарастание водохранилищ-охладителей растениями, что приводит к нарушению нормального водоснабжения электростанций. Вместе с тем, высшая водная растительность играет большую роль в регулировании биологических процессов в водоемах, участвует в процессах самоочищения, а также препятствует «цветению» воды, поскольку многие водохранилища-охладители, кроме своего прямого назначения, используются и в таких народнохозяйственных целях, как водоснабжение и рекреация.

Несмотря на большой фактический материал о гидрофильной флоре [2–4, 9–12 и др.], знания о

растительности водоемов антропогенного происхождения на урбанизированных территориях, процессах заселения их водными растениями, формировании видового состава, сменах под воздействием антропогенной нагрузки во многом еще не полные.

В связи с этим целью данной работы была экологическая оценка современного состояния прудов водохранилища-охладителя Ярославской ГРЭС по гидрботаническим показателям. Достижение поставленной цели было связано с решением следующих задач: 1) инвентаризация флористического и ценотического разнообразия; 2) установление закономерностей зарастания прудов водохранилища-охладителя в зависимости от различных экологических факторов; 3) биоиндикационная оценка экологического стояния прудов.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования стало водохранилище-охладитель Ярославской ГРЭС – один из старейших наливных водоемов на территории бывшего СССР. Образовано в начале 30-х годов XX века на месте выработанных торфяников части Ляпинского болотного массива старичного типа,

находящегося в мезотрофной стадии развития. Сам болотный массив относится к болотистому району тектонически обусловленной Ярославско-Костромской низины, поверхность которой представляет собой высохшее дно древних озер, литологической основой которых являются меловые пески и глины. Среди поверхностных пород преобладает напластование озерных глин, суглинков и супесей [1].

Водоем состоит из семи прудов, отделенных друг от друга невысокими валами, общей протяженностью 1300 м при ширине 600 м. Берега прудов низкие, пологие, слабо изрезанные, без выраженных заливов. Дно от берега и разделяющих валов пологое с постепенным нарастанием глубины к середине, за исключением обрывистых берегов в нескольких участках 3-го и 6-го прудов. Донные отложения мягкие, илистые, различной мощности (макс. более 1 м). Места для купания чистые от иловых отложений.

Водоем является частью особо охраняемой природной территории со статусом «Памятник природы» Ярославской области [8].

Сбор материала осуществлялся в 2008–2010 годах путем маршрутного обследования берегов и акватории прудов водохранилища-охладителя ЯрГРЭС. Описание растительности проводилось на серии пробных площадей, которые закладывались во всех фитоценозах водоема с охватом в среднем 70–80 % их площади. В условиях выраженной мелкоконтурности водных фитоценозов были использованы площадки со сторонами 2x2, 1x4 м. При описании фитоценоза составлялся список видов макрофитов, отмечались фенофаза и проективное покрытие каждого вида, обилие, максимальная высота растений. Из морфометрических показателей водоема фиксировались уровень воды и тип грунта. Параллельно осуществлялось картирование растительности с берега с использованием глазомерного способа. Очертания растительных сообществ наносились на картосхему и привязывались к береговой линии. Закономерности размещения фитоценозов в пространстве в зависимости от условий местообитания устанавливали методом экологического профилирования.

Камеральная обработка материала включала определение растений, составление электронной базы данных флористического списка с использованием программы Microsoft Excel 7.0, обработку геоботанических описаний (название ассоциаций фитоценозов давалось на доминантно-детерминантной основе), построение экологиче-

ских профилей и картосхемы зарастания, биоиндикационную оценку качества воды методом Пантле и Бук. Латинские названия видов выверены по С. К. Черепанову [13].

4. К «макрофитам» водного объекта были отнесены крупные водоросли и высшие травянистые и древесные растения, способные нормально развиваться в условиях воды или водопокрытого грунта [11].

Результаты

Флора прудов водохранилища-охладителя Ярославской ГРЭС представлена 81 видом макрофитов, относящихся к 36 семействам. Основной объем флоры составляют цветковые растения (38 видов двудольных и 34 вида однодольных растений). Споровые растения на водоеме представлены двумя видами хвощей, одним видом папоротника *Thelypteris palustris*, 5 видами мхов и макроводорослью *Chara virgata*.

К типично водным растениям (экотипы гидрофиты, гело- и гигрогелофиты) данной территории относятся 36 видов (45,4 % от общего состава). Больше половины объема флоры составляют виды, тяготеющие к местам временного (экотип гидрофиты – 35 видов) и нормального (экотип гигромезофиты – 14 видов) увлажнения.

Динамика гидрофильной флоры водоема просматривается с момента его наполнения. Первое исследование высшей водной растительности водохранилища-охладителя после его наполнения было проведено в 1937 году; на тот период растительность на водоеме отсутствовала [3]. К 1974 году флора водохранилища была представлена 18 видами истинно-водных растений (7 видов погруженных гидрофитов, 4 вида гидрофитов с плавающими листьями и 7 видов гелофитов). Преобладали *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Phragmites australis* и крупные харовые водоросли. К доминантам акватории В. М. Катанской был отнесен и *Potamogeton crispus*, активное развитие последнего приходилось на раннелетний период. Зарастание обводного канала было связано с *Vallisneria spiralis*. Из флористических находок были отмечены *Elodea canadensis* в холодном 4-м пруду и *Acorus calamus* в зарослях тростника южного у юго-западного побережья 1-го пруда.

По нашим наблюдениям позиции гидрофитов *Ceratophyllum demersum* и *Myriophyllum spicatum* изменились слабо, а вот *Elodea canadensis* получила распространение по всему водоему с наибольшим зарастанием в 1-м пруду. На аквато-

рии вдоль всего обводного канала доминирует *Hydrocharis morsus-ranae*, с долевым участием на отдельных участках видов рясковых. Резко сократилось участие в зарастании водоема индикаторов на жесткость воды харовых водорослей; последние отмечены в нескольких участках 1-го (пляжная зона) и 6-го пруда малочисленными группировками.

Среди высокорослых гелофитов на заиленных мелководьях всех прудов, особенно первого, доминируют *Phragmites australis* и *Typha latifolia*, в устье канала – *Phragmites altissimus* (флористическая находка для данного водоема), образующие местами чистые заросли. Среди низкорослых гелофитов в устье первого пруда значительно участие *Equisetum fluviatile*. Участие других низкотравных гелофитов *Alisma plantago-aquatica*, *Sagittaria sagittifolia* в зарастании береговых прудов выражено слабо.

Список флористических находок водоема дополнили гидрофиты *Myriophyllum sibiricum* (вероятно, ранее просматривался из-за сходства с *M. spicatum*), *Potamogeton friesii*, *P. praelongus*, *P. x serrulatus*. Вместе с тем, за время исследований нами не были отмечены *Acorus calamus* и *Vallisneria spiralis*. Причиной выпадения *Acorus calamus* из состава флоры водоема является, возможно, вытеснение его более сильными на мелководье эдификатором *Phragmites australis*, в акватории водоема *Vallisneria spiralis* – изменение гидротермического режима.

В целом, по видовому богатству данный водоем можно оценить как бедный (13,1 % истинно водных растений от общего состава гидрофильной флоры Ярославской области) [6].

Прилегающие к прудам подтопляемые участки суши являются местообитаниями редких в

Ярославской области [5] видов растений *Epipactis palustris*, *Eupatorium cannabinum* и *Pedicularis sceptrum-carolinum* (флористическая находка), которым присуща выраженная флуктуация популяций.

Ценоотическое разнообразие растительного покрова водохранилища-охладителя описано 37 ассоциациями, которые относятся к 16 формациям и 3 классам. Классы формаций Настоящая водная (гидрофитная) растительность (*Aquiphytosa genuine*) и Воздушно-водная (гелофитная) растительность (*Aquiherbosa helophyta*) на водоеме представлены 17 ассоциациями, класс формаций Гигрогелофитная растительность (*Aquiherbosa hydrohelophyta*) – 3 ассоциациями.

Изучение зарастания прудов водохранилища-охладителя с позиций мощности иловых отложений позволили выделить ряд геоморфологических групп берегов, которым свойственен свой набор сменяющих друг друга в экологическом ряду «вода-суша» фитоценозов. Для умеренно заиленных (мощность 0,2–0,4 м) берегов последовательность сменяющих друг друга фитоценозов выглядит следующим образом (рис. 1.). На акватории с глубинами от 0,25 м формируются сообщества *Elodea canadensis*, которые в сторону берега замещаются рыхлыми куртинами *Sagittaria sagittifolia*, в которые местами вклинивается *Typha latifolia*. На глубине от 0,1–0,05 м в сторону обсыхающего побережья на протяжении 3–4 м тянутся заросли *Equisetum fluviatile* с вкраплениями гигрогелофитного (*Scirpus sylvaticus*) и гигрофильного (*Carex nigra*, *Lycopus europaeus*, *Persicaria minor*, *Poa palustris*, *Scutellaria galericulata*) разнотравья, на почве – гигрофильных мхов.

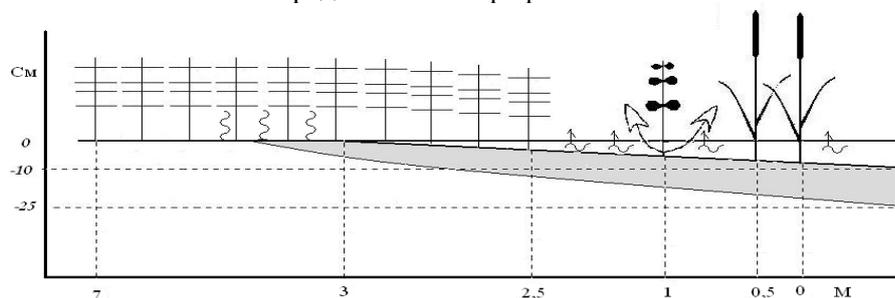


Рис. 1. Экологический профиль: *Elodeetum canadensis*, *Typhetum latifoliae*, *Sagittarietum sagittifoliae*, *Equisetetum fluviatile subpurum*

Нарастание иловых отложений (мощность от 0,4 до 0,7 м) приводит к разрастанию на

мелководье водоема высокорослых гелофитов *Phragmites australis* и *Typha latifolia*, образующих

практически чистые заросли общей протяженностью до 4–6 м, в которых на «опаде» рыхлыми латками разрастается гигрофильный мох *Leptodictium riparium* и папоротник *Thelypteris palustris* (рис. 2). На акватории (глубина 0,5–0,6 м и более) формируются сообщества *Ceratophyllum demersum* с примесью *Elodea canadensis*, *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Spirodela polyrhiza*.

На акватории (глубина 0,5–0,6 м и более) формируются сообщества *Ceratophyllum demersum* с примесью *Elodea canadensis*, *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Spirodela polyrhiza*.

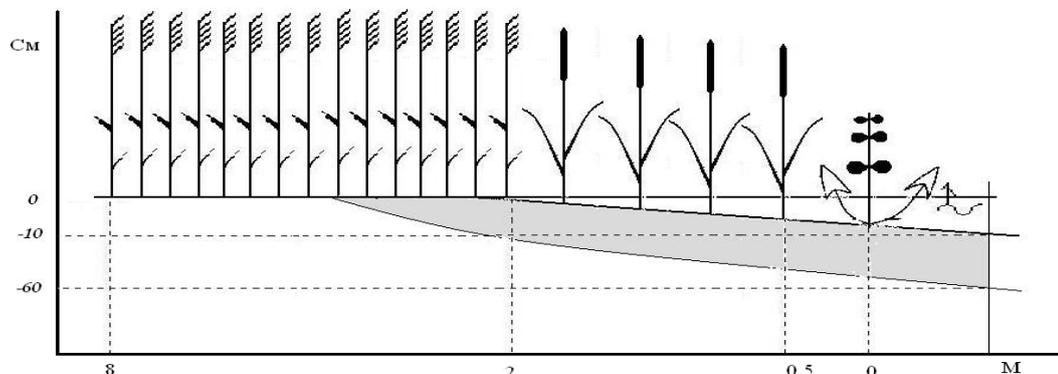


Рис. 2. Экологический профиль: *Ceratophyllum demersi*, *Sagittarietum sagittifoliae*, *Typhetum latifoliae*, *Phragmitetum australis*

Частным случаем зарастания акватории являются формирующиеся на глубине 1 м и более группировки *Nymphaea candida* с примесью *Nymphaea × borealis*, к которым со стороны берега (глубина 0,4–0,3 м) примыкают сообщества *Myriophyllum spicatum* и *M. sibiricum*.

latifolia с напочвенными «подушками» из *Agrostis stolonifera* и *Bidens cernua* (рис. 3), сменяющиеся в сторону обсыхающей прибрежной зоны зарослями *Phragmites australis*. Основное зарастание акватории создается *Ceratophyllum demersum* или видами рясковых (7-й пруд) с участием конгломераций вспученных нитчаток *Mougeotia*, *Spirogira*, *Zygnema*.

Участки сильно заиленных мелководий (мощность иловых отложений 1 м и более) представляют собой многометровые заросли *Typha*

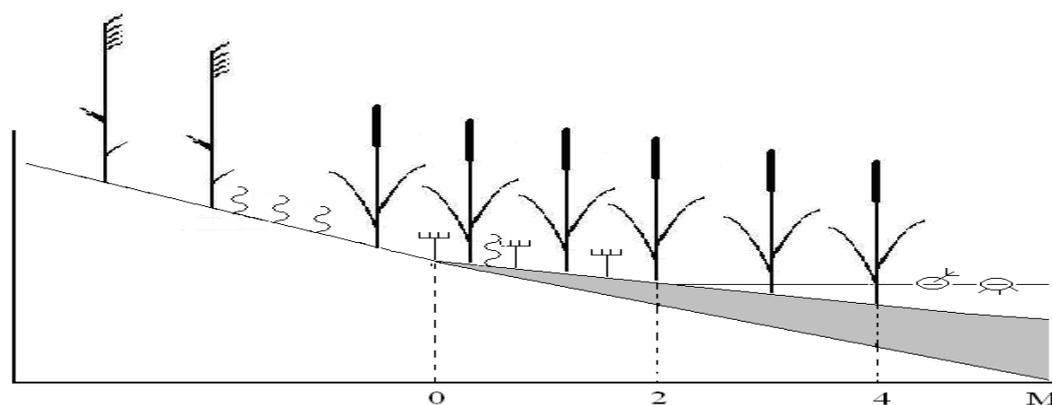


Рис. 3. Экологический профиль: *Phragmitetum australis*, *Typhetum latifoliae*

В отдельных участках зарастание водоема идет путем образования сплавин, эдификатором на которых выступает *Typha latifolia* (рис. 4) с участием *Agrostis stolonifera*, *Equisetum fluviatile*,

на которых поселяются *Bidens cernua*, *B. radiata*, *Cardamine amara*, *Persicaria minor* и гигрофильные мхи.

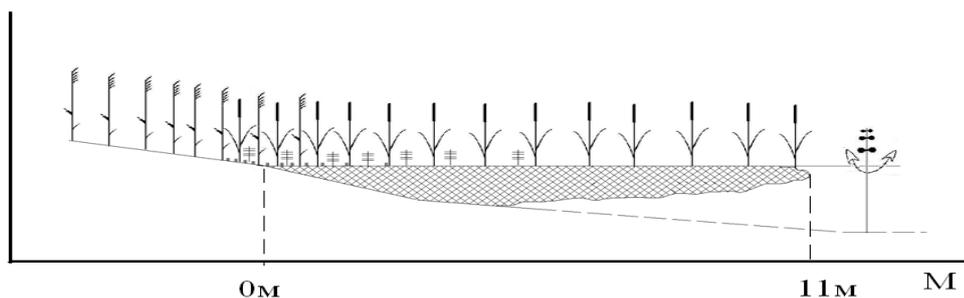


Рис. 4. Экологический профиль: *Sagittarietum sagittifoliae*, *Typhetum latifoliae*, *Phragmitetum australis*

Зарастание водоема в целом можно оценить как умеренное (30–35 %) со значительно заросшими 1-ым (более 40 % акватории), 4-м и 7-м (до 80 %)

прудами по причине сильного обмеления побережий за счет мощных (более 1 м) иловых отложений (рис. 5).

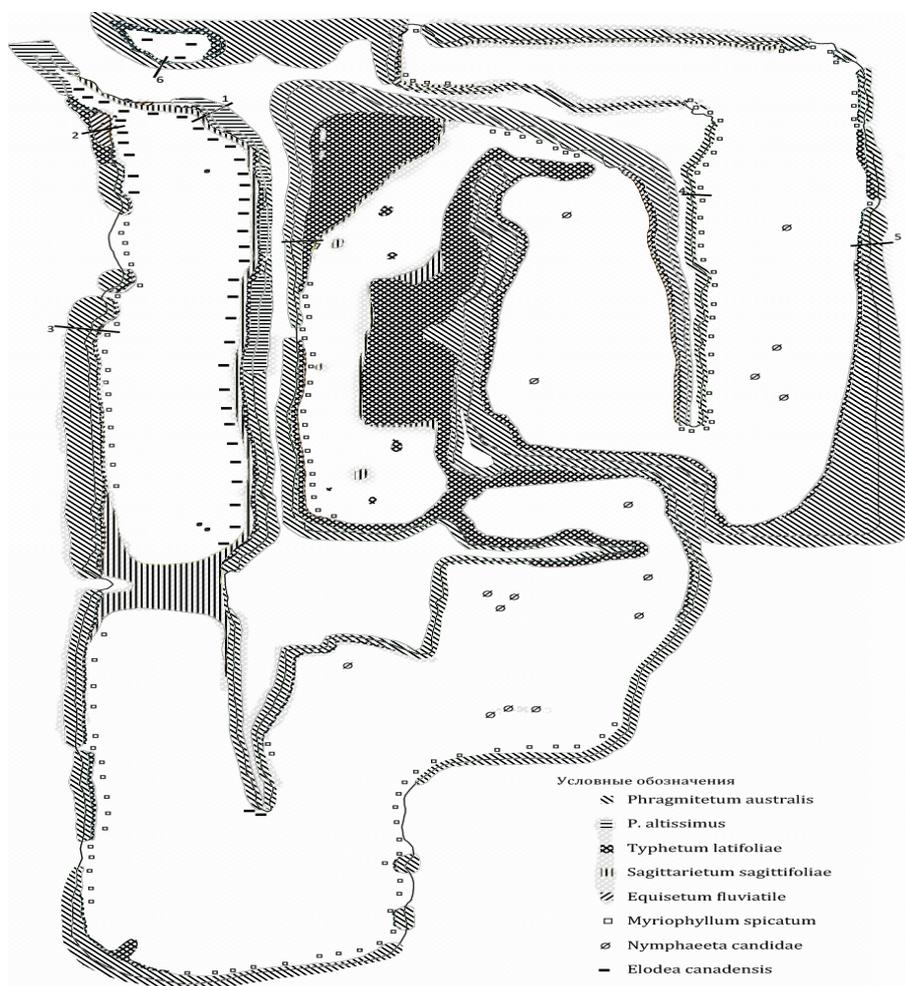


Рис. 5. Картограмма зарастания водохранилища-охладителя

Оценка качества воды прудов водохранилища-охладителя ЯрГРЭС, построенного по данным индикаторной значимости основных видов гидроритов водоема и их сапробности, показала, что данный водоем находится на границе олигоса-

пробной и β -мезосапробной зон ($S=1,5$), является чистым (класс качества воды – 2). В то же время обе зоны на водоеме четко дифференцированы: олигосапробная свойственна слабо заиленным берегам, β -мезосапробная приурочена к берегам

с высоким и очень высоким уровнем заиленности и участкам сплавинообразования, характеризующимся повышенным автогенным органическим загрязнением.

Выводы

Флора водохранилища-охладителя Ярославской ГРЭС представлена 81 видом макрофитов, которые характеризуют ее как бедную. Ценогическое разнообразие исследуемой территории описано 39 ассоциациями, относящимися к 16 формациям и 3 классам.

Зарастание в целом умеренное (30–35 % акватории) с сильно заросшими 1-м, 4-м и 7-м прудами. Оно выглядит в виде поясного (зонного) распределения растительности: на акватории со-

общества гидрофитов роголистника темно-зеленого или элодеи канадской; в мелководной зоне – низкорослые гелофиты с доминированием стрелолиста обыкновенного или хвоща приречного в сторону обсыхающего побережья – заросли высокорослых гелофитов тростника южного или рогоза широколистного. Участки 4-го и 6-го прудов, характеризующихся замедленным водообменом и высокой заиленностью берегов, зарастают с образованием сплавин.

По качеству воды водоем на данный момент занимает пограничное положение между олигосапробной и β-мезосапробной зонами с отдельными β-мезосапробными участками, испытывающими повышенное автогенное органическое загрязнение.

Библиографический список

1. Горохова, В. В. Экосистемы болот Ярославской области: состояние и охрана [Текст] / В. В. Горохова, О. А. Маракаев. – Ярославль : Изд-во ЯрГУ, 2009. – 160 с.
2. Катанская, В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения [Текст] / В. М. Катанская. – Л. : Наука, 1981. – 187 с.
3. Катанская, В. М. Растительность водохранилищ-охладителей тепловых электростанций Советского Союза [Текст] / В. М. Катанская. – Л. : Наука, Ленингр. отд., 1979. – 279 с.
4. Кокин, К. А. Экология высших водных растений [Текст] / К. А. Кокин. – М. : Изд-во МГУ, 1982. – 158 с.
5. Красная книга Ярославской области [Текст] / под ред. Л. В. Воронина. – Ярославль : Изд-во А. Рутмана, 2004. – 384 с.
6. Лисицына, Л. И. Флора водоемов Волжского бассейна. Определитель сосудистых растений / Л. И. Лисицына, В. Г. Папченков, В. И. Артеменко. – М. : Тов-во науч. изданий КМК, 2009. – 219 с.
7. Мордухай-Болтовской, Ф. Д. Проблема влияния тепловых атомных электростанций на гидробиологический режим водоемов (обзор) [Текст] / Ф. Д. Мордухай-Болтовской // Экология организмов водохранилищ-охладителей. – Л. : Наука, 1975. – С. 7–69.
8. Об утверждении перечня особо охраняемых природных территорий Ярославской области и о признании утратившими силу отдельных постановлений Администрации области и Правительства области. Постановление Правительства Ярославской области № 460-п от 01.07. 2010.
9. Папченков, В. Г. О закономерностях зарастания водоемов и водотоков и продукции водных растений [Текст] / В. Г. Папченков // Материалы VI Всероссийской школы-конференции по водным макрофитам «Гидробиология 2005». – Рыбинск, 2006. – С. 143–152.
10. Папченков, В. Г. О классификации макрофитов водоемов и водной растительности [Текст] / В. Г. Папченков // Экология, 1985. – № 6. – С. 8–13.
11. Папченков, В. Г. Растительность водоемов и водотоков Среднего Поволжья [Текст] / В. Г. Папченков. – Ярославль : ЦМП МУБиНТ, 2001. –
12. Садчиков, А. П. Экология прибрежно-водной растительности [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / А. П. Садчиков, М. А. Кудряшов. – М. : Изд-во НИИ-Природа, РЭФИА, 2004. – 220 с.
13. Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств [Текст] / С. К. Черепанов. – СПб. : Мир и семья, 1995. – 992 с.
14. Экзерцев, В. А. Растительность Ивановского водохранилища и влияние на нее подогретых вод Конаковской ГРЭС [Текст] / В. А. Экзерцев, Л. И. Лисицына // Экология организмов водохранилищ-охладителей / под ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского. – Л. : Наука, 1975. – С. 7–69.