

РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ЗАРАСТАНИЯ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ ВЕРХОВИЙ ВОРОНЕЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Новиков В.А.¹, Царалунга В.В.¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия, e-mail: caralunga@bk.ru

Статья посвящена изучению особенностей эвтрофикации Воронежского водохранилища. Данная проблема актуальна и ежегодно требует продолжения исследований для обновления данных. В статье приведена краткая историческая справка о создании Воронежского водохранилища. Описаны предпосылки и причины повышенных темпов зарастания водоема. Эвтрофикация рассмотрена именно на примере мелководных искусственных водоемов. Оценено ее влияние на биологическую и экологическую продуктивность водоема. Изучены закономерности протекания данного процесса. Процессы зарастания и накопления органики в водохранилище рассмотрены в динамике. Для этого использованы данные исследований других ученых, занимавшихся Воронежским водохранилищем. Оценена степень влияния различных факторов на интенсивность зарастания и накопления органики на примере других похожих водоемов. Объекты исследований были сгруппированы в зависимости от степени зарастания. Изучены глубинные границы распространения сообществ растений. Отдельно оценена степень прозрачности воды как обособленный фактор, влияющий на распространение растений по глубине. За период исследований прослежена динамика изменения состава растительных сообществ. В динамике прослежен такой показатель, как величина фитомассы. Зафиксировано изменение площадей, занятых растительностью, оценены факторы, влияющие на этот процесс. По результатам исследований сделаны выводы и даны рекомендации.

Ключевые слова: водохранилище, зарастание, эвтрофикация, водная растительность, темпы зарастания, динамика накопления фитомассы

THE RESULTS OF A COMPREHENSIVE STUDY OF THE DYNAMICS OF AQUATIC VEGETATION OVERGROWING OF HEADWATERS OF THE VORONEZH RESERVOIR

Novikov V.A.¹, Tsaralunga V.V.¹

¹Voronezh state university of forestry and technologies n.a. G.F. Morozov, Voronezh, Russia, e-mail: caralunga@bk.ru

The article is devoted to the study of the characteristics of eutrophication of the Voronezh reservoir. This is an actual problem that requires further study annually to update data. The article provides a brief historical background of the establishment of the Voronezh reservoir. There were described the backgrounds and reasons for the elevated rates of overgrowing ponds. Eutrophication was considered exactly on the example of shallow artificial reservoirs. There was rated its impact on biological and ecological productivity of the water body. There were studied the patterns of the process percolation. Overgrowing processes and accumulation of organic matter in the reservoir were considered in dynamics. Data from other scholars involved in the Voronezh reservoir was used for this research. There was evaluated the degree of influence of various factors on intensity and accumulation of organic matter on overgrowing example of other similar reservoirs. The test subjects were grouped depending on the degree of overgrowing. The underlying boundary plant communities were studied. There was separately evaluated the degree of transparency of the water, as a separate factor influencing the distribution of plants by depth. During the period of studies the changes in the composition of plant communities were traced. Such an indicator as the value of phytomass was tracked in the dynamics. The change of area occupied by vegetation were fixed, the factors influencing this process were assessed. There were made findings and recommendations according to the research.

Keywords: reservoir, obliteration, eutrophication, aquatic vegetation, the rate of accumulation, dynamics of phytomass

Ложе Воронежского водохранилища было залито водой весной 1972 г. и с тех пор ни разу не осушалось и не чистилось [6]. Это привело к накоплению на его дне большого объема органики и к интенсивному зарастанию как прибрежной линии, так и частично самой

акватории водохранилища. Особенно интенсивно этот процесс протекает в так называемых верховьях водохранилища, которые занимают 1200 га, или порядка 20% от общей площади водохранилища [1].

Анализ проблемы

Поскольку интенсивное зарастание мелководий приводит к радикальным изменениям в сообществах живых организмов, обитающих на данной территории, и в конечном итоге влияет на ее биологическую и экологическую продуктивность, мы задались целью изучить закономерности этого зарастания для того, чтобы можно было прогнозировать развитие данного процесса [1].

Исследования проводились в период 2011–2014 гг. на территории верховий Воронежского водохранилища, которые отделены от основного тела водохранилища дамбой, по которой проходит автомобильная дорога М4.

Согласно данным Н.Ю. Хлызовой мелководные искусственные водоемы зарастают под влиянием целого ряда абиотических факторов, таких как глубина водоема, степень его прозрачности, скорость течения, химический состав воды, гранулометрический состав грунтов и особенности морфометрии.

Естественно, что влияние всех этих факторов в различных типах водоемов неодинаково. Всегда выделяется несколько лимитирующих факторов, от которых в значительной степени зависит и влияние других.

Так, степень разделенности водоема на экотопы обуславливается совокупным влиянием ряда факторов. В целом в бассейне реки Воронеж существуют линейная, вертикальная и поперечная разделенности на экотопы. Чередование разнородных с точки зрения экологии участков водоема в продольном направлении – линейная расчлененность. Поперечная расчлененность представляет собой чередование различных экотопов в поперечном, от берега к центру, направлении. И, наконец, вертикальная расчлененность изменяется от поверхности воды ко дну.

Полученные результаты

Нами были выделены следующие группы озер и плесов в зависимости от степени зарастания: не зарастающие (менее 1%), слабо зарастающие (1–10%), умеренно зарастающие (11–25%), сильно зарастающие (26–50%), очень сильно зарастающие (51–95%), полностью заросшие (100%). В нашем случае практически все исследуемые объекты относятся к сильно зарастающим [2].

На исследуемой территории верховий водохранилища можно наблюдать все три характера зарастания: сплошное, фрагментарное и прибрежное (бордюрное).

Анализ полученных результатов

Следует отметить, что по глубине одни и те же растительные сообщества могут распространяться неодинаково. Это их свойство зависит от проточности водоема, его степени зарастания и от характера донных отложений, что справедливо и для наших объектов исследования. Данная закономерность отражена в таблице 1.

Таблица 1

Границы распространения сообществ растений по глубине

Ассоциации	Глубинные границы, м (Хлызова, 1989)	Глубинные границы, м (2015)
Элодея канадская – <i>Elodea canadensis</i> (M.)	0,5	0,7
Рдест гребенчатый – <i>Potamogeton pectinatus</i> (L.)	2,0	2,3
Рдест блестящий – <i>Potamogeton lucens</i> (L.)	2,5	2,1
Рдест пронзеннолистный – <i>Potamogeton perfoliatus</i> (L.)	2,5	2,7
Телорез алоэвидный – <i>Stratiotes aloides</i> (L.)	1,5	1,6
Пузырчатка обыкновенная – <i>Utricularia vulgaris</i> (L.)	2,0	2,4
Водяной орех (чилима) – <i>Trapa natans</i> (L.)	1,5	1,8
Кубышка желтая – <i>Nuphar lutea</i> (L.)	2,5	2,5
Кувшинка белая – <i>Nymphaea alba</i> (L.)	2,5	2,6
Рдест плавающий – <i>Potamogeton natans</i> (L.)	1,5	1,6
Манник крупный – <i>Glyceria maxima</i> (H.)	1,0	1,2
Камыш озерный – <i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.)	1,0	1,4
Рогоз узколистый – <i>Typha angustifolia</i> (L.)	1,5	1,6
Тростник обыкновенный – <i>Phragmites australis</i> (C.)	1,5	1,5
Количество проб	27	31

Из данных таблицы видно, что «амплитуда» распространения различных растительных сообществ колеблется от 0,1 до 2,5 м, т.е. занимает практически все характерные для мелководных водоемов (плесов) глубины. Для определения границ распространения растительных сообществ за период исследований заложена 31 пробная площадка 10×10 м.

Прозрачность воды в озерах высокая, что обуславливает занятие растениями довольно больших глубин – до 3,5 м. Режим уровней является одним из основных факторов, определяющих темпы и характер зарастания в водоемах европейской части России (Ворочай, 2012). Воронежское водохранилище не срабатывается и имеет постоянный режим уровней на протяжении всего вегетационного периода. Мелководья с благоприятными условиями для развития высшей растительности сформировались в результате затопления большого количества пойменных участков (Мишон, 1996).

Все это не может не отражаться на видовом составе растительности – 120 видов обитает на территории верховий водохранилища, 26 из них являются ценозообразователями. Довольно большое значение в образовании растительного покрова водохранилища играют

неукореняющиеся гидрофиты, а также гидрофиты укореняющиеся. Неукореняющиеся образуются в основном на участках с низкой скоростью течения. Многолетники являются преобладающей жизненной формой [3].

На 1989 г. степень зарастания акватории водохранилища составляла 11,5%, а мелководий – около 65,8% (Хлызова, 1989), в настоящее время — 15,3% и 70,9% соответственно. Преобладающими типами зарастания являются сплошное зарослевое, сплошное ковровое и фрагментарно-подводно-луговое. Однако встречаются и другие типы. Ценозообразователями являются рогоз узколистый (*Typha angustifolia*, L.), тростник южный (*Phragmites australis*, C.), кубышка желтая (*Nuphar lutea*, L.), телорез алоэвидный (*Stratiotes aloides*, L.), ряска малая (*Lemna minor*, L.) и многокоренник (*Spirodela polyrrhiza*, L.). Мелководные участки занимают значительные площади, точное поясное распределение растительности водохранилища проследить невозможно. Классическая схема расположения поясов растений в зависимости от глубины наблюдается только на территориях залитых пойменных озер. Наиболее мелководные участки заняты зарослями тростника южного и рогоза узколистого. Далее следует пояс кубышки желтой с участием кувшинки белой. Центральная часть занята телорезом алоэвидным, который в последнее время активно проникает в заросли тростника и рогоза, а также непосредственно примыкает к последним, что отрицательно влияет на возможности гнездования птиц [4].

Растительный покров озер отличается еще и комплексностью, а ценозообразователями являются 22 вида сосудистых растений. Имеется большое число одно- и двулетников. Очень высока и степень зарастания пойменных озер – от 50 до 100%, при этом преобладают сплошной зарослевой, сплошной ковровой и сплошной подводно-луговой типы зарастания. Ценозообразователями здесь являются манник большой, тростник южный, рогоз узколистый, кубышка желтая, рдесты плавающий, блестящий и пронзеннолистный.

Особенности зарастания водохранилища и озер в его верховьях определяются степенью экотопической расчлененности и являются характерными для водоемов данного типа (мелководных искусственных). Динамика зарастания интенсивна, а темпы его увеличиваются с уменьшением глубины исследуемых объектов и с накоплением донных отложений и органики, а также на фоне общего накопления фитомассы.

Сезонные изменения в растительных сообществах верховий характеризуются образованием новых побегов взамен старых, отмерших, ростом и сменой их фенологического состояния [5]. Продуктивность растительных сообществ в течение вегетационного периода также меняется. К примеру, неодинаковыми продукционными показателями характеризуются тростник южный и рогоз узколистый. Во время цветения отмечается наибольшая их фитомасса.

Величины фитомассы основных растительных сообществ в исследуемых водоемах в сравнении с исследованиями Н.Ю. Хлызовой 1989 г. приведены в таблице 2. Данные приводятся без учета подземных частей растений. Общая фитомасса всех основных растительных сообществ рассчитывалась путем перевода запасов на 1 м² на площадь исследований – 600 га.

Таблица 2

Фитомасса основных растительных сообществ исследуемых водоемов

Состав растительности	Фитомасса (воздушно-сухая масса, г/м ²)	
	данные на 1989 г. (Хлызова, 1989)	данные на 2015 г.
Элодея канадская – <i>Elodea canadensis</i> , M.	309±14	406±14
Роголистник погруженный – <i>Ceratophylla demersi</i> , L.	201±10	564±10
Рдест блестящий – <i>Potamogeton lucens</i> , L.	299±23	838±23
Рдест пронзеннолистный – <i>Potamogeton perfoliatus</i> , L.	269±25	755±24
Телорез алоэвидный – <i>Stratiotes aloides</i> , L.	805±30	2430±30
Кубышка желтая – <i>Nuphar lutea</i> , L.	116±15	325±15
Рдест плавающий – <i>Potamogeton natans</i> , L.	101±29	283±29
Манник большой – <i>Glyceria maxima</i> , H.	671±22	1879±22
Камыш озерный – <i>Schoenoplectus lacustris</i> , L.	657±90	1840±90
Рогоз узколистный – <i>Typha angustifolia</i> , L.	727±12	2036±12
Тростник южный – <i>Phragmites australis</i> , C.	1150±96	3221±97
Ежеголовник прямой – <i>Sparganium erectum</i> , L.	699±11	1959±11
Осока береговая – <i>Carex riparia</i> , C.	615±70	1723±70
Всего, г/га	66,3	182,6
Всего, г/м²	6626	18260

Как видим из таблицы, чистые сомкнутые заросли тростника южного (*Phragmites australis*, C.) по данным на 1989 г. обладают наибольшей фитомассой – 1150 г/м². Достаточно высокой фитомассой характеризовались также сообщества рогоза узколистного (*Typha angustifolia*, L.) – 727 г/м², а среди настоящих водных растений наибольшей фитомассой обладает телорез алоэвидный (*Stratiotes aloides*, L.) – 805 г/м², широко распространенный на территории верховий водохранилища (Хлызова, 1989). Запасы растительности за исследуемый период увеличились в разы, что наглядно иллюстрируют данные таблицы. Для примера берем все те же заросли тростника, рогоза и телореза, чьи запасы в 2013 г. составили 3221; 2036 и 2255 г/м² соответственно.

Величины фитомассы нами определены с допустимой погрешностью до 10%. Исключение составляют только камыш озерный (*Schoenoplectus lacustris*, L.), кубышка

желтая (*Nuphar lutea*, L) и осока береговая (*Carex riparia*, L) – до 15%. Анализ проводился на 104 пробах.

Измерения проводились с использованием аэрокосмических снимков, полученных в конце мая – начале июня 2013 г., во время первого поднятия телореза на поверхность воды и подготовки его к цветению. Изменение величины фитомассы прослежено нами на примере трех индикаторных видов – телореза алоэвидного (*Stratiotes aloides*, L.), рогоза узколистного (*Typha angustifolia*, L.) и тростника южного (*Phragmites australis*, C.). Для иллюстрации данных нами был избран четырехлетний период. Данные были сведены нами в таблицу 3.

Таблица 3

Изменение покрытых растительностью площадей и величин фитомассы

Площади (га) и запасы фитомассы (г/м ²)						
Год	<i>Площадь открытых пространств (зеркало), га</i>	<i>Площади заросшие рогозом, тростником и телорезом, га</i>	<i>Площадь островов, га</i>	<i>Площадь заболоченных участков, га</i>	<i>Общая площадь, покрытая растительностью, га</i>	<i>Величина фитомассы основных растительных сообществ, г/м²</i>
1989	174,4	54,8	87,2	283,6	425,6	6626
1992	165,8	55,9	87,2	291,1	434,2	8266
1995	157,2	57,0	87,2	298,6	442,8	9906
1998	148,6	58,1	87,2	306,1	451,4	11546
2001	140,0	59,3	87,2	313,6	460,0	13186
2004	131,4	60,4	87,2	321,1	468,6	14826
2007	122,8	61,5	87,2	328,6	477,2	16466
2010	114,2	62,6	87,2	336,1	485,8	17466
2015	102,4	64,5	87,2	348,8	494,5	19445

Анализируя данные изменений площадей зарастания и фитомассы верховий водохранилища, приходим к выводу, что площади и запасы последней на исследуемой территории за 25-летний период значительно возросли. Особенно это касается увеличения фитомассы избранных нами индикаторных видов – телореза, рогоза и тростника. Масса их занимает около половины запасов всех основных растительных сообществ: на 2013 г. – 11 487 т из 18 090 т. Телорез в свою очередь начал активно проникать и разрастаться в зарослях тростника. Площадь верховий, покрытая растительностью, также значительно возросла, что в свою очередь свидетельствует о сокращении площадей открытой воды, За период

наблюдений площадь зарастания увеличилась с 425,6 до 494,5 га, т.е. на 68,9 га, или на 16,2%.

Кроме перечисленных, существует еще несколько негативных последствий такого наступления растительности. Это и потеря эстетической значимости водного ландшафта, процессы усыхания близлежащих древостоев, сокращение количества мест, используемых рыбой для нереста [5].

Фитопланктон в особенно благоприятные годы на 1 м² создает 474,6 г/м²/год углерода, а высшая водная растительность – 454,1 г/м²/год. Намечается тенденция к увеличению продуцирования органического вещества высшей водной растительностью. Если по данным на 1979 г. (Животова, 1986) продуцирование углерода высшей водной растительностью составляло 3,2 тыс. т, то на 1984–1985 гг. – 3,8 тыс. т, а на 2013 г. – 12,4 тыс. т.

Следует также отметить, что на исследуемых нами объектах верховий Воронежского водохранилища, несомненно, происходит накопление фитомассы и ежегодное увеличение растительной продукции. Происходит интенсификация распространения телореза алоэвидного (*Stratiotes aloides*, L.), увеличение его запасов (не только на открытых водных площадях), проникновение его в заросли тростника.

Выводы

1. Фитомасса в верховьях водохранилища, несомненно, накапливается. За период исследования общие средние запасы растительности на территории верховий водохранилища увеличились примерно на 187%!

2. Зарастание и накопление фитомассы происходит высокими темпами. Надземная фитомасса только земноводной растительности за исследуемый период увеличилась на 6799,6 т.

4. Исследуемые объекты в силу невысокой глубины и слабой проточности подвержены достаточно высокой степени заболачивания и зарастания, происходит накопление органики и увеличение мощности донных отложений. В частности, увеличиваются площади распространения телореза алоэвидного.

При отсутствии каких-либо воздействий извне темпы зарастания будут неуклонно расти, что, несомненно, будет способствовать дальнейшему заболачиванию исследуемых водоемов. Рекомендацией служит систематическое улучшение проточности исследуемых водоемов механическим способом.

Список литературы

1. Новиков В.А. Охотопользование и мелководные искусственные водоемы. Проблемы,

- связанные с их эвтрофикацией [Текст] / Лесотехнический журнал. — 2013. — № 1 (9). — С. 178–181. — Библиогр.: с. 181 (10 назв.).
2. Новиков В.А., Царалунга В.В. Проблема накопления фитомассы в мелководных искусственных водоемах (на примере озер верховий Воронежского водохранилища) / Современные проблемы науки и образования. — 2013. — № 6. — Режим доступа: www.science-education.ru/113-11423.
3. Новиков В.А. Численность водоплавающей дичи в динамике на примере Воронежского водохранилища [Текст] / В.А. Новиков // Сборник научных трудов SWorld: материалы Международной научно-практической конференции «Современные направления теоретических и прикладных исследований '2013», 19–30 марта 2013 года. — Одесса, 2013.
4. Новиков В.А. Многолетняя и сезонная динамика численности водоплавающей дичи в водно-болотных угодьях охотхозяйства ВГЛТА [Электронный ресурс] / В.А. Новиков // Современные проблемы науки и образования. — 2013. — № 1.
5. Новиков В.А. Спортивная охота и ее влияние на динамику водоплавающей дичи в условиях деградации угодий [Текст] / В.А. Новиков, В.В. Царалунга // Культура физическая и здоровье. — 2013. — № 1 (43). — С. 17–19.
6. Рохас Риоха И.Е. Некоторые экологические особенности Воронежского водохранилища [Текст] / И.Е. Рохас Риоха // Приоритетные направления экологической реабилитации Воронежского водохранилища: материалы Всерос. Науч.-прак. Конф., (Воронеж, 21 нояб. 2012 г.). – Воронеж: Научная книга. – 2012. – С. 156–162.

Рецензенты:

Негробов О.П., д.б.н., профессор кафедры экологии и систематики беспозвоночных животных Воронежского государственного университета, г. Воронеж;

Девятова Т.А., д.б.н., профессор и заведующая кафедрой экологии и земельных ресурсов Воронежского государственного университета, г. Воронеж.