

УДК 574.58

А. И. Иванова, Г. А. Лазарева, Н. В. Кузнецова**Оценка качества воды реки Волгуши по макрофитам**

Представлены результаты оценки качества воды реки Волгуши по макрофитам с помощью сапробиологического анализа – оценка степени загрязненности вод производилась по индикаторным организмам. Также дана характеристика водной растительности реки, описан видовой состав макрофитов и проективное покрытие (зарастаемость).

Ключевые слова: макрофиты, вид-индикатор, сапробность, гелофиты, погруженные гидрофиты, гидрофиты с плавающими листьями.

Об авторах

Иванова Алина Игоревна – магистрант кафедры, экологии и наук о Земле государственного университета «Дубна». E-mail: aii-95@yandex.ru. 141821 Московская обл., г. Дмитров, п.Рыбное, д. 36.

Лазарева Галина Александровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и наук о Земле государственного университета «Дубна».

Кузнецова Наталья Владимировна – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии Дмитровского рыбохозяйственного технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «АГТУ».

Загрязнение водных объектов – актуальная экологическая проблема XXI века. Сточные воды (бытовые, промышленные, сельскохозяйственные и пр.), поступающие в водные объекты, помимо органических и биогенных элементов привносят в реки соли тяжелых металлов, нефтепродукты и прочие ксенобиотики [1]. Загрязнение ведет к деградации речной экосистемы и, как следствие, к ухудшению качества воды, поскольку река уже не способна к самоочищению [3]. При этом реки, в том числе малые, являются средой обитания водных организмов, которые не только обеспечивают самоочищение воды, но и являются индикатором качества воды, реагируя на все виды загрязнений независимо от их природы.

Высшие водные растения являются главными элементами водных экосистем, играют определяющую роль в процессах формирования качества воды и биологического режима в водных объектах, которые испытывают значительное антропогенное влияние [2]. Заросли макрофитов перехватывают поступающие с водосбора биогенные элементы и связывают их на длительное время [3]. Чем больше суммарная поверхность растений, тем эффективнее их роль как фильтраторов [5]. Водная флора интенсивно поглощает различные веще-

ства, аккумулирует ионы тяжелых металлов и радионуклиды, выступает в роли детоксикантов пестицидов и нефтепродуктов [10].

Видовой состав гидрофитоценозов зависит от химического состава воды, характеристики грунта, наличия и скорости течения, загрязнения водоемов органическими и токсическими веществами [11].

В состав макрофитов входят следующие экологические типы: гидрофиты – настоящие водные растения, полностью или большей своей частью погруженные в воду, гидрофиты – растения избыточного увлажнения и гелофиты – водно-болотные (земноводные) растения [12].

Использование макрофитов в качестве биоиндикаторов зачастую осложнено, поскольку значительная часть их обладает высокой толерантностью к факторам среды, однако их легко идентифицировать и они в течение многих лет занимают определенные биотопы водоема, что способствует их широкому применению в биоиндикации. Поэтому гидрофитоценозы могут служить весьма информативным показателем степени загрязнения экосистемы водного объекта [3].

Материал и методы

Объектом исследования является река Волгуша, протекающая в северной части Московской области и относящаяся к бассейну Верхней Волги. Река берет свое начало из озера Нерское, расположенного на юге Дмитровского района, первые 10 км от истока протекает по

заболоченной местности, затем глубокая долина Волгуши пересекает Клинско-Дмитровскую грядку, образуя в низовьях живописнейший Парамоновский овраг, где организован государственный природный заказник «Долина реки Волгуши и Парамоновский овраг» [8].

Длина реки около 40 км, при этом ее водосборная площадь составляет 284 км². Притоками р. Волгуши являются р. Каменка в пределах верхнего течения и р. Икша, впадающая в р. Волгушу примерно в 0,5 км от ее устья в р. Яхроме.

По условиям питания и режиму р. Волгуша относится к восточно-европейскому типу, имея преимущественно снеговое питание – свыше 60%, а также за счет летних и осенних дождей, потому для нее характерны высокое половодье, продолжающееся 2–3 недели, низкие продолжительная летне-осенняя и зимняя межени. В межень ширина русла р. Волгуши на разных участках колеблется в пределах 2,5–5 м. При средней глубине около 1 м по руслу можно наблюдать глубины в пределах 0,5–2,0 м, относительно большие глубины отмечены на расширенных участках русла, редко наблюдаются участки и с каменистыми перекатами [6].

Исследования р. Волгуши проводились в 2017 г. в вегетационный период с июня по август. На всём протяжении реки было выбрано 5 створов для описания высшей водной растительности, таким образом, река охвачена от истоков до устья (рис. 1).

Была дана характеристика водной растительности реки, описан видовой состав макрофитов и проективное покрытие (зарастаемость). Проведена биоиндикация качества воды по сообществу макрофитов с использованием индекса сапробности.

Индекс сапробности исследуемых участков рассчитывают по формуле

$$S = \sum s h / \sum h, \quad (1)$$

где Σ – сумма; S – индекс значимости вида; h – относительное число особей. Относительное количество особей вида (h) оценивают следующим образом: случайные находки – 1, частая встречаемость растений каждого вида – 3 и массовое развитие – 5 [14; 15; 16].

Проективное покрытие – заполненность поверхности воды, грунта или дна растениями при рассмотрении сверху – выражалась в процентах по отношению ко всей поверхности пробной площадки, которая принимается за 100%.

Характеристика степени зарастания реки и ее участков оценивалась следующим образом: не зарастающие – растительность занимает менее 1% площади участка русла, очень слабо зарастающие – 1–10%, слабо зарастающие – 11–25%, умеренно зарастающие – 26–50%, сильно зарастающие – 51–75% и очень сильно зарастающие – >75% [13].

Результаты исследования

В составе макрофитов реки Волгуши было обнаружено 12 видов растений, относящихся к 9 семействам и трем экологическим группам (рис. 2). Лидирующую позицию по числу видов занимает семейство *Potamogetonaceae*, представленное тремя видами. Семейство *Cyperaceae* насчитывает 2 вида. Оставшиеся семейства представлены единичными видами.

Самой многочисленной экологической группой макрофитов являются гелофиты. В данной группе насчитывается порядка 6 видов (41%). К ним относятся: *Polygonum amphibium*, *Caltha palustris*, *Scirpus lacustris*, *Carex nigra*, *Phragmites australis*, *Sagittaria sp* (рис. 3).

К погруженным гидрофитам относятся 3 вида, что составляет 25% от общего количества видов. В эту группу входят: *Elodea canadensis* (рис. 4), *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton crispus*.

В группе гидрофитов с плавающими листьями так же насчитывается порядка 3 видов (25%). К ним относятся: *Spirodela polyrhiza*, *Potamogeton natans*, *Nuphar lutea*.

Исследования показали, что распространение, степень развития и видовой состав макрофитов в р. Волгуше зависит от экологических условий на створах наблюдения. Основными факторами распространения и развития гидрофлоры являются грунт, прозрачность воды, скорость потока, его глубина, затенённость русла, заболоченность, а также различного рода хозяйственно-бытовая деятельность на водосборе. Скорость течения реки – один из определяющих факторов видового состава макрофитов. На станциях с быстрым течением состав гидрофлоры намного беднее, чем на станциях с замедленным течением.

Первый створ располагается в 5 км от истока р. Волгуши. В среднем ширина реки на данной станции составляет 1,3–1,8 м, глубина колеблется от 0,6 до 0,9 м, скорость течения 0,01 м/с, дно илистое. Вода мутная с желтоватым оттенком. Водная растительность представлена преимущественно такими видами, как

Elodea canadensis, *Potamogeton natans*, *Sagittaria sp.* Зарастаемость реки на данном участке в большей степени определяется развитием сообщества *Elodea canadensis* и составляет 30%, что означает умеренную степень загрязнения (табл. 1).

Второй створ находится в зоне влияния автотрассы (А 107) Московского малого кольца. Ширина реки здесь составляет 1,5–1,7 м,

глубина 0,6–0,7 м, скорость течения 0,5 м/с, дно так же илистое. Вода мутно-коричневого цвета. Водная растительность представлена преимущественно гелофитами: *Polygonum amphibium*, *Carex nigra*, *Scirpus lacustris*. Также наблюдаются небольшие сообщества *Elodea canadensis* и *Potamogeton natans*. Зарастаемость реки на данной станции составляет 30%.

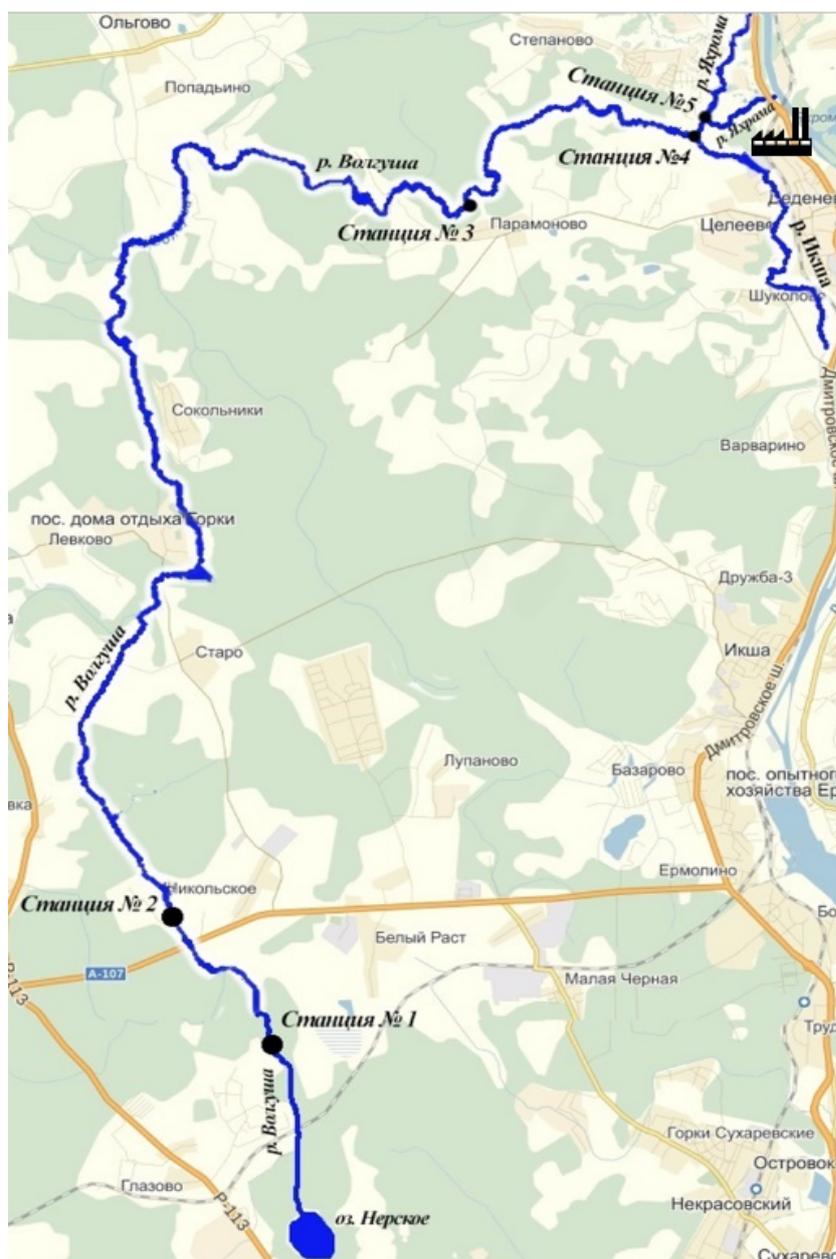


Рис. 1. Схема расположения створов на р. Волгуше:

1 – в 5 км от истока р. Волгуши; 2 – в зоне влияния автотрассы (А 107) Московского малого кольца; 3 – в нескольких километрах от деревни Парамоново; 4 – в месте впадения р. Икшанки со сточными водами с очистных сооружений в р. Волгушу (п. Деденево); 5 – устье р. Волгуши, место впадения в р. Яхрому

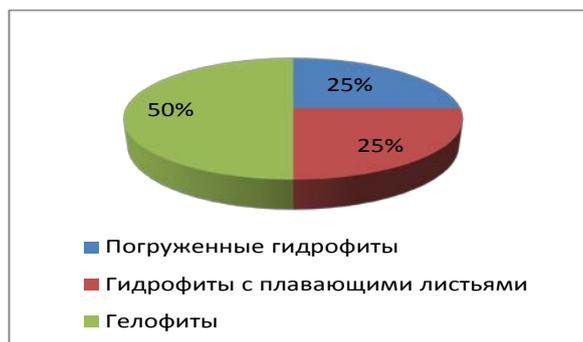


Рис. 2. Распределение макрофитов р. Волгуши по экологическим группам

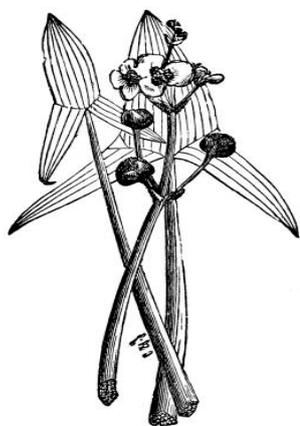


Рис. 3. *Sagittaria sagittifolia* [9]

Створ три находится в нескольких километрах от деревни Парамоново. Ширина реки 3,5–3,7 м, глубина 0,4–0,5 м, скорость течения реки достигает 3–3,5 м/с, дно песчано-каменистое. Вода прозрачная, без каких-либо запахов. На данной станции р. Волгуши в растительном биоценозе преобладают погруженные гидрофиты, такие как *Potamogeton crispus* и гидрофиты с плавающими листьями *Nuphar lutea*, *Spirodela polyrrhiza*. Гелофиты *Phragmites australis*, *Sagittaria sp.*, *Carex nigra* отмечены вдоль береговой линии в незначительном количестве. Основной вклад в зарастание реки на данной станции вносит *Potamogeton crispus*, зарастаемость составляет 25%.

Четвертый створ располагается в месте впадения р. Икшанки в р. Волгушу. Ширина реки на данном участке достигает 4,1–4,5 м, глубина 0,6–0,8 м, скорость течения снижается до 0,06 м/с, грунты представлены иловыми отложениями. Существуют наиболее благоприятные условия для развития водной растительности. Макрофиты в основном представлены видами из семейства *Potamogetonaceae*, а также

отдельными представителями других семейств. Зарастаемость реки на данной станции составляет 45%, что в пределах умеренного зарастания.



Рис. 4. *Elodea canadensis* [9]

Пятый створ – устье реки (место впадения р. Волгуши в р. Яхрому). Ширина реки здесь 2,5–3 м, глубина 0,7–0,8 м, скорость течения 0,03 м/с, дно песчаное с небольшим наилоком. На данном участке наблюдается наибольшее разнообразие гелофитов: *Sagittaria sp.*, *Typha angustifolia*, *Polygonum amphibium*. А также отмечены представители погруженных гидрофитов: *Potamogeton crispus*, *Potamogeton pectinatus*. Зарастаемость реки составляет порядка 40%, что соответствует значению «умеренное зарастание».

Зарастаемость р. Волгуши в целом составляет около 35%, что соответствует умеренному зарастанию [13]. Следует отметить фрагментарный тип распределения растительности. Гидрофлора формируется в основном вдоль берегов.

Таблица 1. Распределение макрофитов в р. Волгуше

Вид макрофитов	Сапробность	S	Станция				
			1	2	3	4	5
Семейство Hydrocharitaceae							
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	β	1,8	+	+			+
Семейство Potamogetonaceae							
<i>Potamogeton crispus</i> L.	β	1,8			+	+	+
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	α-β	1,6				+	+
<i>Potamogeton natans</i> L.	β	1,6	+	+		+	
Семейство Nymphaeaceae							
<i>Nuphar lutea</i> L.	β-о	1,7			+	+	
Семейство Lemnaceae							
<i>Spirodela polyrrhiza</i> L.	β	2,0			+	+	
Семейство Poaceae							
<i>Phragmites australis</i> (Cav) Trin. Ex Steud.	β-о	1,4	+		+	+	
Семейство Alismaceae							
<i>Sagittaria</i> sp.	о-β	1,4	+		+		+
Семейство Typhaceae							
<i>Typha angustifolia</i> L.	β	1,4		+		+	+
Семейство Cyperaceae							
<i>Carex nigra</i> L.	β	1,8		+	+	+	
<i>Scirpus lacustris</i> L.	α-β	1,8		+		+	
Семейство Polygonaceae							
<i>Polygonum amphibium</i> L.	β	2,4		+			+

Существуют предположения [3], что те или иные виды макрофитов могут выдерживать разную степень загрязнения. Ряд авторов отмечают, что некоторые виды макрофитов (к ним относятся и гидрофлора р. Волгуши) могут служить показателями конкретного состояния и трофности водоемов. Развитие *Lemna minor* и *Spirodela polyrrhiza*, помимо эвтрофирования, указывает на сельскохозяйственное загрязнение, а их локальное интенсивное развитие указывает на места поступления биогенных элементов в водоемы [11; 12].

Так, *Spirodela polyrrhiza* обильно произрастает в условиях четвертого створа, находящегося в зоне влияния очистных сооружений п. Деденево и отличающегося высокой степенью эвтрофности.

Высокоинтенсивное развитие *Elodea canadensis* указывает на то, что вода имеет слабощелочную реакцию среды [11], рН воды на исследуемых створах р. Волгуши, где обильно развивается этот макрофит, равен 7,8–8,1.

Обильное развитие рдеста гребенчатого (*Potamogeton pectinatus*) является показателем наличия сточных вод, а также водоемов с высокой жесткостью воды: в р. Волгуше в большом

количестве он встречается на четвертом и пятом створах, где происходит сброс сточных вод и вынос их вниз по течению. Жесткость воды на этих участках реки 7,7–8,3 °Ж, что свидетельствует о жесткости воды, близкой к высокой [4].

Определение качества воды в р. Волгуше по флористическому составу не представляется возможным, поскольку отдельные створы реки весьма различаются по гидрологическим параметрам и степени антропогенного воздействия, что, безусловно, оказывает влияние на состав и характер распространения гидрофитоценозов. К тому же их относительно малое разнообразие на отдельных створах реки также не позволяет оценивать качество воды по видовому разнообразию.

Поэтому для определения качества воды в р. Волгуше был использован сапробиологический анализ – оценка степени загрязненности вод по индикаторным организмам.

Оценивая сапробность макрофитов р. Волгуши по имеющимся видам-индикаторам, установлено преобладание β-мезосапробов – 58%, о-β-мезосапробы составили 8%, на о-β, α-β-мезосапробов приходится по 17% (рис. 5).

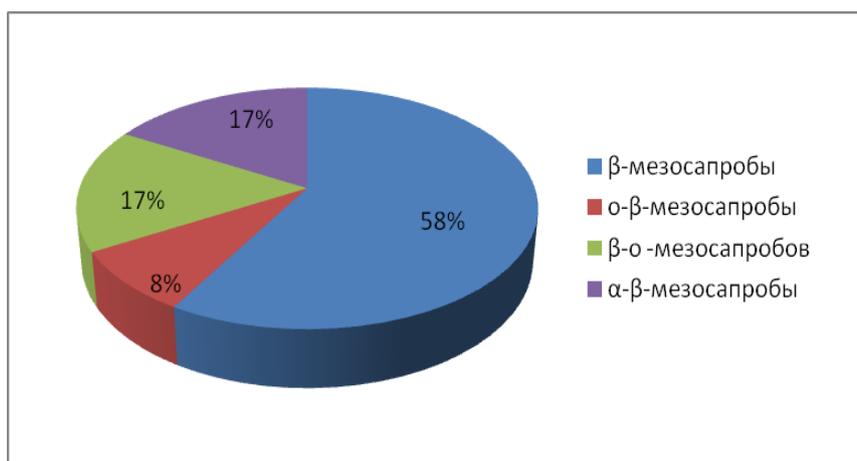


Рис. 5. Распределение макрофитов р. Волгуши по сапробности

Также для оценки качества воды по макрофитам был использован индекс сапробности Р. Пантле и Н. Букка [11; 16] по модификации А.П. Садчикова и М.А. Кудряшова (2004).

Расчеты индекса сапробности на разных створах р. Волгуши показал, что от исто-

тока к устью качество воды в реке соответствует β-мезосапробной зоне (табл. 2).

В целом полученные результаты нашли подтверждение по данным основных гидрохимических и гидробиологических показателей, представленных в работах по оценке экологического состояния р. Волгуши [4; 6].

Таблица 2. Оценка качества воды в р. Волгуше по макрофитам

№ станции	$\sum sh$	$\sum h$	S	Зона сапробности
1	16	8	2,0	β-мезосапробная
2	24,2	13	1,9	β-мезосапробная
3	17	12	1,6	β-мезосапробная
4	39,4	24	1,6	β-мезосапробная
5	30	16	1,9	β-мезосапробная

Выводы

1. В составе макрофитов р. Волгуши было обнаружено 12 видов растений, относящихся к 9 семействам и трем экологическим группам. Самой многочисленной экологической группой макрофитов являются гелофиты. В данной группе насчитывается порядка 6 видов.

2. В целом зарастаемость р. Волгуши составляет около 35%, что соответствует умеренному зарастанию. Отмечается фрагментарный тип распределения растительности. Гидрофлора формируется в основном вдоль берегов.

3. Расчеты индекса сапробности на разных створах р. Волгуши показал, что от истока к устью качество воды в реке соответствует β-мезосапробной зоне.

Библиографический список

1. Анищенко Л.Н., Буховец Т.Н. Настоящие водные макрофиты как аккумуляторы элементов// Экологическая безопасность региона: материалы Международной научно-практической конференции (Россия, Брянск, 29–30 октября 2009 г.). Брянск: Курсив, 2009. С. 38–42.
2. Гагарина О.В. Оценка и нормирование качества природных вод: критерии, методы, существующие проблемы. Ижевск: Удмуртский университет, 2012. 199 с.
3. Груздева Л.П. Биоиндикация качества природных вод// Биология в школе. 2002. № 6. С. 10–14.
4. Иванова А.И., Кузнецова Н.В., Лазарева Г.А. Гидрохимическая оценка состояния реки Волгуши // Экосистемы: экология и динамика. 2017. Т. 1, № 2. С. 82–102.

5. Кокин К.А. О роли погруженных макрофитов в самоочищении загрязненных вод// Тр. ВГБО. 1963. Т.14.
6. Кузнецова Н.В., Иванова А.И., Коротенко В.П. Оценка экологического состояния основного водного объекта ООПТ «Долина р. Волгуши и Парамоновский овраг» методами биоиндикации// Использование и охрана природных ресурсов. 2017. № 4 (152). С. 58–63.
7. Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод/ под ред. Г. Г. Винберга; АН СССР. Зоол. ин-т. Всесоюз. гидробиол. изд-во. Ленинград: [б. и.], 1974. 60 с.
8. Материалы комплексного экологического обследования участков территории, обосновывающие придание этой территории правового статуса особо охраняемой природной территории областного значения государственного природного заказника «Долина р. Волгуша и Парамоновский овраг». Природоохранный фонд «Верховье», 2016. 52 с.
9. Морузи И.В., Пищенко Е.В., Веснина Л.В. Практикум по гидробиологии. Новосибирск: Новосибир. гос. аграр. ун-т, 2016.
10. Никаноров А.М. Комплексные оценки качества поверхностных вод. Л.: Гидрометеоздат, 1984. 139 с.
11. Садчиков А.П., Кудряшов М.А. Гидробиотаника: прибрежно-водная растительность. М.: Академия, 2005. 240 с.
12. Садчиков А.П., Кудряшов М.А. Экология прибрежно-водной растительности. М.: Изд-во НИИ Природы, 2004. 220 с.
13. Синкявичене З.В. Характеристика растительности малых и средних рек Литвы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Вильнюс, 1992. 28 с.
14. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. III: Методы биологического анализа. М.: СЭВ, 1977.
15. Kelly M.G. Biological monitoring of eutrophication in rivers// Hydrobiologia. 1998. № 384. P. 55–67.
16. Pantle R. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse// Gas- und Wasserfach. 1955. Bd 96, № 18. P. 604–618.

Поступила в редакцию
26.05.2018