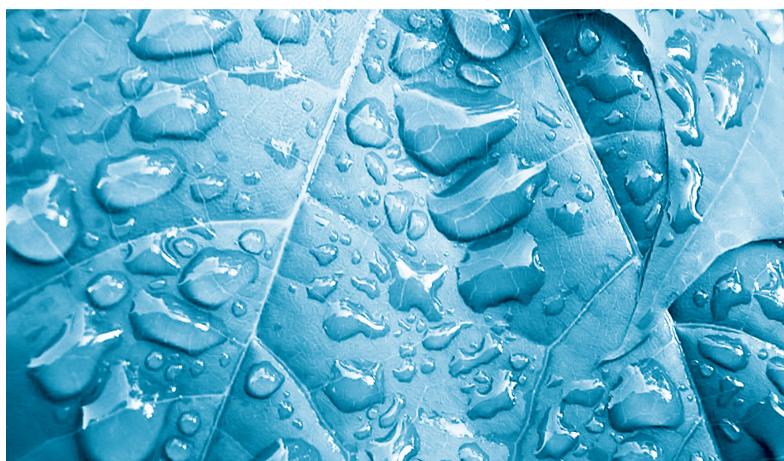


# Оценка **ЭКОЛОГИЧЕСКОГО** СОСТОЯНИЯ р. БИЯ по СОСТАВУ, СТРУКТУРЕ и уровню РАЗВИТИЯ ВОДНОЙ и **ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ** РАСТИТЕЛЬНОСТИ

**Проведена оценка современного состояния р. Бия, одного из крупнейших водотоков Алтая по видовому разнообразию, структуре и продуктивности водной и прибрежно-водной растительности, видам-индикаторам трофности и сапробности. Дана характеристика особенностей зарастания различных участков водотока.**



## Введение

**В**ысшая водная растительность, развиваясь на границе вода — суша, является одним из важнейших компонентов водных экосистем. Характер развития растительного покрова водоема, полнота и степень выраженности его поясов, разнообразие растительных сообществ, богатство его видового состава и продуктивность, состояние и жизнеспособность водных растений, наличие отклонений в их развитии, их химический состав отражают состояние и динамику экосистемы и могут служить хорошим показателем для оценки ее состояния [1, 2].

Р. Бия берет свое начало из Телецкого озера и, сливаясь с р. Катунь, образует р. Обь, одну из самых крупных рек Сибири. Длина Бии 301 км [3], согласно классификации [4] она входит в число 13 больших рек бассейна Оби. Основное направление речного потока — северо-западное, что связано с общим

## **Е.Ю. Зарубина\***,

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории водной экологии, ФГБУН Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук

уклоном местности. Верхний низкогорный участок бассейна от истока до устья р. Лебедь находится на высоте выше 400 м над уровнем моря, скорость течения в межень составляет 1,1-1,3 м/сек. Средний предгорный — от устья р. Лебедь до устья р. Неня, имеет, преимущественно, высоты от 200 до 400 м над уровнем моря. Здесь река сильно меандрирует, образует большое число рукавов и протоков, скорость течения в межень (август) около 0,9 м/сек, грунты валунно- и песчано-галечниковые. На нижнем участке (ниже устья р. Неня до места слияния с р. Катунь) Бия протекает по равнине с абсолютными высотами от 100 до 200 м, скорость течения в межень снижается до 0,6 м/сек, грунты песчаные и илисто-песчаные.

Термический режим в истоке реки в значительной степени определяется температурой воды в Телецком озере и в теплое время года (август) температура составляет 12,5-16,5 °С. В среднем течении не превышает 15,9 °С, в нижнем прогревается до 18,5 °С. Водородный показатель среды рН варьирует от слабо кислой среды (6,65) и нейтральной

\*Адрес для корреспонденции: zeur@iwep.ru

(7,78-7,94) в верхнем течении до слабо щелочной в среднем (8,28-8,43) и нижнем (8,07-8,59). Концентрация растворенного кислорода (8,55-11,84 мг/дм<sup>3</sup>) на всем протяжении реки соответствует чистым водам.

По степени минерализации воды р. Бия относятся к  $\beta$ -гипогалинным пресным водам, по ионному составу к классу гидрокарбонатных группы кальция II типа. По величине БПК<sub>5</sub> (0,32-0,96 мО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) вода р. Бия на верхнем и среднем участках относится к классу предельно чистых и очень чистых вод. На нижнем участке в районе п. Сорокино к классу вод удовлетворительной чистоты. По величине перманганатной окисляемости (2,17-2,42 мгО/дм<sup>3</sup>), значениям ХПК (3-6,95 мг/дм<sup>3</sup>) воду верхнего и среднего участков р. Бия можно отнести к классу чистых вод [5].

Физико-географические факторы обуславливают формирование в верхней части бассейна лесного, а в средней и нижней частях лесостепного типа растительности. Большая влажность климата способствует развитию болотной растительности, главным образом, в долине реки [6, 7].

Цель работы — дать характеристику современного состояния одного из крупнейших водотоков Алтая р. Бия на основе анализа состава, структуры и продуктивности ее растительного покрова.

## Материалы и методы исследования

**И**зучение флоры и растительности р. Бия и приустьевых участков ее крупных притоков рек Неня и Лебедь проводили в 2002, 2005 и 2007 гг. в составе комплексных экспедиции ИВЭП СО РАН на 10 участках, расположенных почти равномерно на всем протяжении русла реки. При исследовании использованы стандартные методики [8-11]. Продуктивность водных фитоценозов определяли по их биомассе на укосных площадках размером 0,25 м<sup>2</sup>. В камеральных условиях укосы досушивали при 65 °С до воздушно-сухого веса [12]. Для уточнения распространения отдельных видов использовали сводки по региону [13-15].

## Результаты и их обсуждение

**О**сновная часть территории, по которой протекает р. Бия, находится в слабонаселенной местности. Поэтому ведущими факторами, формирующими состав растительного покрова водотока, в первую

**М.И. Соколова**, младший научный сотрудник лаборатории водной экологии, ФГБУН Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук

очередь являются абиотические: абсолютная высота, тип руслового процесса, скорость речного потока, подвижность грунтов, содержание биогенов в воде, температура воды, степень затененности русла.

**Флора.** Всего в р. Бия и ее притоках отмечен 71 вид макроскопических растений, относящихся к 51 роду, 30 семействам и 4 отделам. В список включены как истинно водные, так и прибрежно-водные виды, что связано с особенностями Бии, которая образует в верхнем и среднем течении большое количество галечниковых пляжей, затапливаемых в период высокой воды. Составление расширенного списка позволяет получить более полное представление о флоре водотока. Видовое разнообразие флоры высокое, что может свидетельствовать о благополучном состоянии водотока в целом.

Основу флоры формируют покрытосеменные растения (91,5 % всех видов). Ведущая роль этой группы характерна для большинства флор водоемов и водотоков умеренных областей Голарктики [16, 17]. Очень ограниченно представлены во флоре харовые водоросли и мохообразные, которые в водоемах высокогорий Алтая часто являются единственными представителями макроскопической водной растительности [18, 19].

Наиболее богаты видами семейства злаковых (Poaceae), включающее 10 видов, осоковых (Sagittariaceae), рдестовых (Potamogetonaceae) и лютиковых (Ranunculaceae) — по 6 видов. Рдестовые составляют основную массу погруженной укореняющейся растительности как на глубине до 4 м, так и на мелководье, образуя, в последнем случае, сообщества с лютиковыми. Представители осоковых и злаковых часто выступают доминантами сообществ полупогруженной растительности. В состав ведущих семейств входит 34,9 % всех видов флоры. Таким образом, большинство семейств — маловидовые, что свидетельствует о ее значительной неоднородности. В наземных флорах большой процент маловидовых семейств характерен для нарушенных экосистем. Для флоры р. Бия причинами такой неоднородности флоры могут быть как большое разнообразие экотопов в прибрежной зоне, так и локальное антропогенное воздействие в районе населенных пунктов.

Видовое разнообразие и состав экологических групп на разных участках р. Бия различны. Максимальное видовое разнообразие отмечено на верхнем участке реки — 54 вида, из них 27 видов являются представителями

водного ядра. На среднем участке реки встречено 23 вида (17 водных), на нижнем участке — 41 вид (29 водных). Разница в видовой насыщенности флоры, по-видимому, связана как с естественными факторами — наличием разнообразных экотопов в верхнем течении, так и с повышенной антропогенной нагрузкой в районе ее истока и на нижнем участке, благодаря чему в состав флоры вошли виды-индикаторы антропогенной трансформации территории.

Средний участок реки испытывает незначительную антропогенную нагрузку, а относительно высокая скорость течения и наличие обширных каменистых береговых отмелей на этом участке лимитируют рост и развитие как водной, так и прибрежно-водной растительности. С высокой скоростью течения в верхнем и среднем участках реки связано и полное отсутствие здесь неукореняющихся видов (плейстофитов), а также преобладание полупогруженных растений (гелофитов) над полностью погруженными (гидрофитами) (16 и 12 видов, соответственно).

На нижнем участке реки снижается скорость течения, изменяется характер грунтов, увеличивается число населенных пунктов и, следовательно, антропогенная нагрузка, появляются неукореняющиеся плавающие растения — плейстофиты, являющиеся индикаторами эвтрофирования, гелофиты здесь лишь незначительно преобладают над гидрофитами (13 и 11 видов, соответственно), что характерно для равнинных рек, испытывающих незначительную антропогенную нагрузку.

Для более точной оценки состояния экосистемы р. Бия все встреченные виды были разделены на три группы. Первая группа — виды-эвритопы, встречающиеся как на чистых, так и на загрязненных территориях. Вторая группа — виды индикаторы олиго-мезотрофных вод или неустойчивые к загрязнению. Третья группа — виды индикаторы мезо-эвтрофных вод или приуроченные к нарушенным местам обитания. Анализ распределения по группам на разных участках водотока был проведен отдельно для водного ядра и для флоры в целом и показал сходные результаты.

На разных участках реки доля эвритопных видов в общем видовом разнообразии практически не изменяется (рис. 1). При этом наблюдается значительное снижение вниз по течению доли олиготрофных видов наряду с увеличением доли эвтрофных, что может служить показателем увеличения эв-

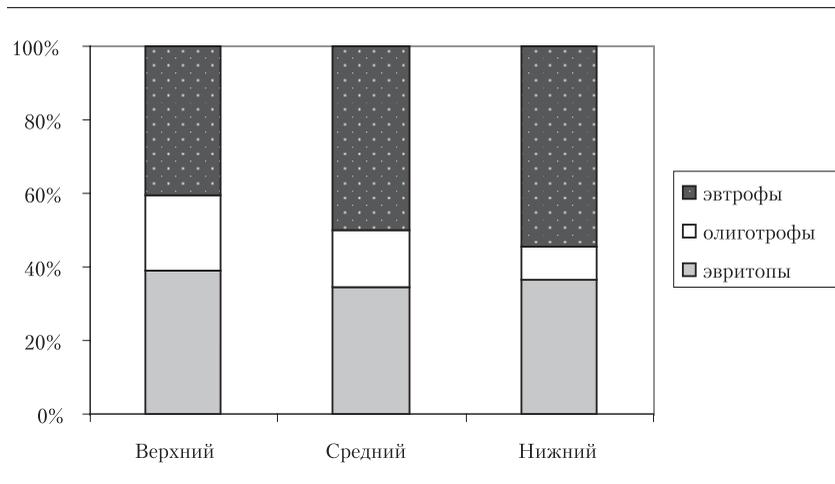


Рис. 1. Доля индикаторных видов макрофитов на различных участках р. Бия.

трофирования р. Бия на нижнем участке. Однако наличие на нижнем участке олиготрофных видов свидетельствует о невысокой степени эвтрофирования.

Полученные результаты совпадают с оценкой степени загрязнения водотока по видам — индикаторам сапробности (рис. 2). Подсчитанные по методу Пантле и Букк [20] индексы сапробности различных участков исследуемой реки характеризуют воды р. Бии на верхнем и среднем участках как олигосапробные, на нижнем — как β-мезосапробные. По комплексной экологической классификации [21] вода верхнего и среднего участков соответствует классам олиготрофных и мезотрофных, нижнего — мезо-эвтрофных вод.

#### Характер зарастания водотока.

Исследование растительного покрова водотока показало неравномерное зарастание его русла, обусловленное как естественными, так и антропогенными факторами.

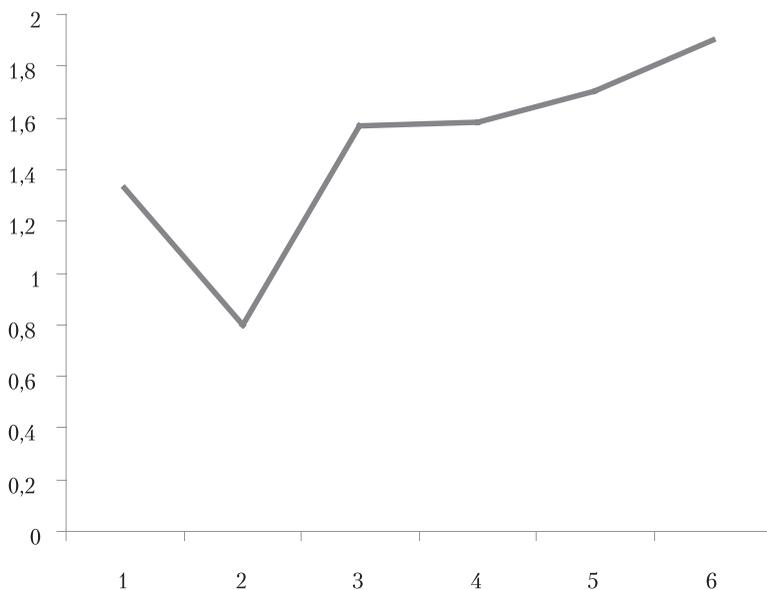
Степень зарастания реки на отдельных участках различна, но в целом не превышает 10 % и по классификации [22] ее можно отнести к очень слабо зарастающим водотокам. Исключение составляют отдельные протоки на верхнем и среднем участках, которые в межень могут терять связь с основным руслом и более чем на 50 % зарастать макрофитами.

В истоках реки отмечено зарастание в русле единичными экземплярами водяного мха *Fontinalis antipyretica*, на мелководье отдельными фрагментами встречаются шелковник *Batrachium divaricatum* и рдест *P. perfoliatus*. Растения либо вообще не создают сообществ,

либо это небольшие по размерам группировки с проективным покрытием до 30-35 %.

Согласно классификации [23] для большей части русла р. Бия характерен фрагментарный тип зарастания. Сообщества гидрофитов (водяных мхов *Fontinalis antipyretica* и *F. hypnoides*), рдестов гребенчатого (*P. pectinatus*) и пронзеннолистного (*P. perfoliatus*), урути (*Myriophyllum spicatum*), харовых водорослей (*Chara sp.*) и водных форм гелофитов (белокопытника *Petasites radiatus*, стрелолиста *Sagittaria sagittifolia*, лисохвоста *Alopecurus aequalis*) расположены на подводных косах или изредка на стрежне реки. Гелофиты (осока *Carex acuta*, болотницы *Eleocharis acicularis* и *E. palustris*, калужница *Caltha palustris* и др.) создают узкие полосы или небольшие фрагменты вдоль берегов. Такой тип зарастания характерен для средних рек с подвижными грунтами и небольшими глубинами.

На обширных галечниковых пляжах, периодически затапливаемых водой, образуется большое количество мелких временных водоемов, теплых и богатых органикой. В этих водоемах широко распространены растения, R-стратеги, характерные для нарушенных местообитаний, не образующие полноценных сообществ, но способные за корот-



**Рис. 2.** Изменение сапробности воды р. Бии вниз по течению, рассчитанное по видам макрофитов-индикаторов сапробности. По оси абсцисс пункты исследования вниз по течению: 1 — исток, 2 — п. Турочак, 3 — устье р. Неня, 4 — п. Сайдып, 5 — г. Бийск, 6 — п. Сорокино; по оси ординат — индекс сапробности.

кий период пройти все жизненные циклы. Это лютики *Ranunculus reptans* и *R. repens*, полевица *Agrostis stolonifera*, различные виды щавеля *Rumex aquaticus* и *R. confertus* и др. Массовое развитие этих видов свидетельствует о повышенном уровне трофии на данных участках, связанном с близостью населенных пунктов и мест рекреации.

Для нижнего течения реки характерен сильно фрагментарный тип зарастания. В районе г. Бийска в русле отмечены небольшие куртинки рдеста пронзеннолистного, на мелководье сильноразреженные сообщества образует камыш *Scirpus tabernamontani*, в береговой полосе доминирует сорная и рудеральная растительность. В районе п. Сорокино ниже г. Бийска вдоль берегов появляются ряски *Lemna minor*, *L. trisulca* и *Spirodella polyrrhiza*, ежеголовник *Sparganium emersum*. Растения образуют небольшие сильноразреженные группировки. Характер и состояние растительного покрова свидетельствует о деградации водных и прибрежно-водных фитоценозов.

#### Биопродукция.

Продукция растительных сообществ — один из основных показателей, отражающих состояние водных экосистем. Очень низкие ее значения свидетельствуют о неблагоприятных условиях для развития растений. Показателем благополучного состояния экосистемы являются средневысокие (400-600 г/м<sup>2</sup> в воздушно-сухом весе) и пониженные (100-300 г/м<sup>2</sup> в воздушно-сухом весе) величины биопродукции, если фоном при этом будет достаточно высокое флористическое и синтаксономическое разнообразие [1].

Продукция растительных сообществ р. Бия и ее притоков находилась в пределах 149,8-247,8 г/м<sup>2</sup> в воздушно-сухом весе в 2002 г. и 24-448 г/м<sup>2</sup> в воздушно-сухом весе в 2007 г. Как максимальные, так и минимальные значения биомассы отмечены в верхнем течении реки в сообществах осоки острой и рдеста пронзеннолистного, соответственно. Таким образом, величины продукции, образованной высшей водной растительностью р. Бия, и выраженные в величинах фитомассы, характеризуются как пониженные и средневысокие. Необходимо отметить, что эти показатели разработаны для малых рек Верхнего Поволжья, характеризующихся более мягкими природными условиями [1], поэтому для рек исследуемого региона являются несколько завышенными. Величину фитопродукции высшей водной растительности р. Бия следует считать скорее средневысокой, что наряду



ду с относительно высоким видовым разнообразием флоры, может служить признаком благополучного состояния экосистемы реки.

### Заключение

**Б**ассейн р. Бия расположен, преимущественно, в слабо населенной местности. Поэтому основными факторами, формирующими состав растительного покрова водотока, в первую очередь являются абиотические. Антропогенное воздействие носит локальный характер.

Анализ состава и структуры растительного покрова р. Бия показал, что вниз по течению реки наблюдается увеличение загрязнения воды органическими веществами. На верхнем и среднем участках по трофности вода относится к классу олиготрофных вод, а по сапробности — к классу олигосапробных. На нижнем участке к классам мезотрофных,  $\beta$ -мезосапробных (по классификации [21]) вод. Эти данные подтверждаются результатами гидрохимических исследований [5]. Однако в целом загрязнение реки незначительное и воду р. Бия по трофо-сапробиологическим показателям [21] можно отнести к классам чистых и удовлетворительной чистоты вод.

По величине биомассы и площади зарастания р. Бия — слабо заросший водоток, но достаточно высокое флористическое разнообразие свидетельствует о стабильном благополучном состоянии его экосистемы, исключение составляет участок высокой антропогенной нагрузки и угнетенного состояния растительности (от г. Бийска до слияния с р. Катунь).

### Литература

1. Экологическое состояние малых рек Верхнего Поволжья / Отв. Ред. В.Г. Папченков. М.: Наука, 2003. 389 с.
2. Абакумов В.А. Экологические модификации и развитие биоценозов // Экологические модификации и критерии экологического нормирования: труды Межд. симпозиума. Ленинград: Гидрометеиздат, 1991. С. 18-40.
3. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель / Под ред. В.А. Урываева. Л.: Гидрометеиздат, 1962. Вып. VI. 978 с.
4. Корытный Л.М. Бассейновая концепция в природопользовании. Иркутск: Ин-т географии СО РАН, 2001. 163 с.
5. Долматова Л.А. Оценка качества воды реки Бия в верхнем течении по гидрохимическим показателям // Мир науки, культуры и образования, 2009. №6 (18). С. 22-26.
6. Куминова А.В. Растительный покров Алтая. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960. 450 с.
7. Огуреева Г.Н. Ботаническая география Алтая. М.: Наука, 1980. 188 с.
8. Белавская А.П. Водные растения России и сопредельных государств. С.-Пб.: Б.и., 1994. 63 с. —(Труды Ботанического института им. В.И. Комарова; Вып.11).
9. Белавская А.П. К методике изучения водной растительности // Ботанич. журн. 1979. Т. 64. №1. С. 32-41.
10. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. Л.: Наука, 1981. 188 с.
11. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. С.-Пб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
12. Папченков В.Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: ЦМП МУБиНТ, 2001. 200 с.
13. Студеникина Е.Ю. Высшие сосудистые растения флоры Бие-Катунского междуречья в пределах предгорий и низкогорий Алтая. Барнаул: Изд-во АлтГУ, 1999. 121 с.
14. Крылов П.Н. Флора Западной Сибири. Руководство к определению Западно-сибирских растений / П.Н. Крылов, Б.К. Шишкин, Л.П. Сергиевская и др. Вып. I — XI. Томск: Издание ТО РБО, 1927-1958.
15. Флора Сибири. Т. 1-11. Новосибирск: Наука, 1988-1998.
16. Бобров А.А. Флора водотоков Верхнего Поволжья // Ботанический журн. 1999. Т. 84. №1. С. 93-104.
17. Корелякова И.Л. Структурные особенности флоры водоемов СССР / И.Л. Корелякова, И.М. Распопов // Вторая Всесоюз. конф. по высшим

водным и прибрежно-водным растениям: тез. докл. Борок:Б.и., 1988. С. 18-21.

18. Ильин В.В. К вопросу о классификации озер Алтая // Вопросы географии Горного Алтая. Барнаул, 1976. С. 76-90.

19. Зарубина Е.Ю. Таксономическая структура флоры сосудистых растений водоемов бассейна р. Чульча // Горные экосистемы Южной Сибири: изучение, охрана и рациональное природопользование: труды Тигирекского заповедника. Барнаул: Б.и., 2010. Вып. 3. С. 188-190.

20. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч.3. М.: Издательский отдел Секретариата СЭВ, 1983. 371 с.

21. Оксийок О.П. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О.П. Оксийок, В.Н. Жукинский, Л.П. Брагинский и др. // Гидробиологический журн. 1993. Т. 29. №4. С. 62-76.

22. Бобров А.А. Изучение растительного покрова ручьев и рек: методика, приемы, сложности / А.А. Бобров, Е.В. Чемерис // Матер. VI Всерос. школы-конф. по водным макрофитам «Гидрботаника 2005». Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2006. С. 181-203.

23. Синкявичене З.В. Характеристика растительности средних и малых рек Литвы: Автореф. дис... канд.биол.наук. Вильнюс, 1992. 28 с.



E.Yu. Zarubina, M.I. Sokolova

## ESTIMATION OF ECOLOGICAL STATE OF THE BIYA RIVER USING COMPOSITION, STRUCTURE AND LEVEL OF WATER AND STREAMSIDE VEGETATION DEVELOPMENT

Estimation of current state of the Biya River being one of the largest rivers of the Altai was carried out. It is based on diversity, structure, productivity of water and streamside vegetation and presence of indicator species. Peculiarities of vegetal invasion of water were characterized.

**Key words:** macrophytes, Biya River, ecological state