

# Раздел 1

## ЭКОЛОГИЯ

Ведущие эксперты раздела:

ДМИТРИЙ МИХАЙЛОВИЧ БЕЗМАТЕРНЫХ – кандидат биологических наук, доцент, ученый секретарь Учреждения Российской академии наук Института водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН, ответственный за электронную версию журнала и работу с Российским индексом научного цитирования – <http://elibrary.ru/> (г. Барнаул)

АЛЕКСАНДР ВИКТОРОВИЧ ШИТОВ – кандидат геолого-минералогических наук, доцент Горно-Алтайского государственного университета (г. Горно-Алтайск)

УДК 556.114

Л.А. Долматова, канд. хим. наук, н.с. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул, E-mail: [dolmatova@iwep.asu.ru](mailto:dolmatova@iwep.asu.ru)

### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ БИЯ В ВЕРХНЕМ ТЕЧЕНИИ ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Исследован химический состав вод р. Бии на участке верхнего течения от истока (п. Артыбаш) до с. Турочак и ее притока – р. Иогач. Рассчитаны индексы загрязнения воды во всех створах исследованного участка реки и показано, что вода относится к II классу качества – «чистые» воды.

**Ключевые слова:** комплексная экологическая классификация вод, индекс загрязнения воды, ионный состав, минерализация, окисляемость.

Река Бия берет начало из Телецкого озера и, сливаясь в районе г. Бийска с р. Катунью, образует р. Обь, одну из самых крупных рек Сибири. Площадь водосборного бассейна р. Бии – 37 000 км<sup>2</sup>, длина – 301 км. [1]. Согласно классификации Л.М. Корытного [2], р. Бия входит в число 13 больших рек бассейна Оби. Среднегодовой расход р. Бии в устье равен 482 м<sup>3</sup>/с [3]. Основное направление речного потока – северо-западное, что обусловлено общим уклоном местности.

Являясь горной в верховьях, в нижнем течении река приобретает равнинный характер [4]. Источники ее питания – талые воды снежников и сезонных снегов, дожди и грунтовые воды. Соотношение их в отдельных частях различно [1-3].

Река Бия является одной из главных водных артерий Республики Алтай. В ее режиме наблюдается влияние регулирующего действия Телецкого озера. Минерализация воды в течение года изменяется от 50-70 (половодье) в верховье до 150-300 мг/дм<sup>3</sup> (межень) в нижнем течении. Ионный состав представлен, главным образом, ионами НСО<sub>3</sub><sup>-</sup>, Са<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>; прочие ионы содержатся в незначительном количестве. Согласно данным О.А. Алекина [4], жесткость составляет 0,7-2,5 °Ж, вода очень мягкая, кислородный режим на реке удовлетворительный (8,4-9,4 мг/дм<sup>3</sup>), содержание органических веществ (по ХПК) изменяется от 3,6 до 9,5 мгО/дм<sup>3</sup>.

На большей части своего течения (на территории Республики Алтай) река испытывает сравнительно слабую антропогенную нагрузку, зато приустьевой участок в черте г. Бийска и до слияния с Катунью загрязняется сточными водами предприятий оборонного комплекса, энергетики, жилищно-коммунального хозяйства и пищевой промышленности. По данным службы Росгидромета г. Бийска в 2004-2005 гг. наблюдали загрязнение вод р. Бия в нижнем течении фенолами, нефтепродуктами, нитритным и аммонийным азотом [5].

**Цель нашего исследования** – оценка качества вод р. Бии в верхнем течении от истока (п. Артыбаш) до с. Турочак на участке предполагаемой водоохранной зоны.

#### Материалы и методы

В период с 19 по 22 августа 2007 г. проведены исследования физико-химических характеристик, кислородного режима и химического состава вод на 60-ти километровом участке верхнего течения р. Бии от истока до с. Турочак, а также притока Бии – р. Иогач. Пробы были отобраны в 11 точках, как с левого, так и с правого берега. Точки их отбора были выбраны относительно равномерно на исследованном участке реки с учетом расположения населенных пунктов и турбаз (выше и ниже территорий с антропогенной нагрузкой) (табл. 1).

Материалом для написания статьи послужили результаты химического анализа проб воды, полученные автором в Лаборатории водной экологии ИВЭП СО РАН с помощью общепринятых методик [6; 7].

Таблица 1

Характеристика створов отбора проб воды, август 2007 г., (поверхность)

№ створов	Дата отбора	Привязка к местности	Глубина, м
1	20.08.07	исток, левый берег	0,5
2	20.08.07	р. Иогач, правый берег, 100 м выше устья	0,3
3	21.08.07	левый берег, ниже с. Иогач, заросли макрофитов	0,4-1,2
4	21.08.07	левый берег, ниже с. Иогач, заросли макрофитов	0,2-0,5
5	21.08.07	правый берег, ниже устья рчч. Тиренкол, открытая вода	0,5
6	21.08.07	правый берег, ниже устья рчч. Тиренкол, заросли макрофитов	0,3-0,4
7	19.08.07	правый берег, выше с. Усть-Пяжа	0,4
8	19.08.07	правый берег, ниже с. Усть-Пяжа	0,2
9	19.08.07	правый берег, выше с. Кебезень	0,5
10	19.08.07	левый берег, ниже с. Кебезень	0,15
11	21.08.07	правый берег, выше с. Турочак	0,5

#### Результаты и обсуждение

Полученные в августе 2007 г. результаты показали, что температура воды в реке изменялась в интервале 11,7-16,5 °С (табл. 2). Максимальное значение отмечено в районе истока, где на температуру воды в реке значительное влияние оказывает Телецкое озеро. Водородный показатель среды рН варьи-

ровал от слабо кислой среды (6,65 – выше с. Кебезень) до щелочной (8,30 – в воде р. Иогач) (рис. 1).

Таблица 2

Физико-химические характеристики, кислородный режим и химический состав воды р. Бии в верхнем течении, август 2007 г.

Показатель	Площадки створов										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
T, °C	16,5	12,8	12,6	13,1	13,0	13,1	13,8	12,7	11,9	11,7	13,8
pH	8,05	8,30	-	-	-	-	7,35	7,95	6,65	7,85	6,70
O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	10,08	10,40	10,88	11,84	10,24	11,26	10,24	10,24	10,24	10,24	9,92
БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	0,32	1,12	1,60	1,60	0,64	1,98	1,60	0,96	0,96	1,12	-
ПО, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,37	2,33	3,22	2,53	2,17	2,33	2,42	2,42	2,34	2,18	2,17
БПК/ПО	0,14	0,48	0,50	0,63	0,29	0,85	0,66	0,40	0,41	0,51	-
ХПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	6,71	3,00	6,00	4,94	3,90	4,77	6,95	6,95	6,64	6,64	6,50
ПО/ХПК	0,35	0,78	0,54	0,51	0,56	0,49	0,35	0,35	0,35	0,33	0,33
НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	51,0	63,2	-	-	-	-	48,7	49,3	49,3	48,7	50,4
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	2,13	1,77	-	-	-	-	1,42	-	1,42	1,42	1,42
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	3,2	3,0	-	-	-	-	5,7	-	5,7	5,7	5,7
жесткость, °Ж	0,94	1,09	-	-	-	-	0,91	-	0,91	0,94	0,94
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	13,6	18,3	-	-	-	-	13,6	-	13,6	13,6	13,6
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	3,16	2,19	-	-	-	-	2,80	-	2,80	3,16	3,16
ΣNa <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,57	1,46	-	-	-	-	1,42	-	1,17	1,12	1,12
Сумма ионов Σи, мг/дм <sup>3</sup>	73,7	89,9	-	-	-	-	74,2	-	73,4	75,4	75,4
Классификация по Алексиу	C <sup>ca1</sup> <sub>II</sub>	C <sup>ca1</sup> <sub>II</sub>	-	-	-	-	C <sup>ca1</sup> <sub>II</sub>	-	C <sup>ca1</sup> <sub>II</sub>	C <sup>ca1</sup> <sub>II</sub>	C <sup>ca1</sup> <sub>II</sub>

Концентрация растворенного кислорода была удовлетворительной для существования гидробионтов и составляла 9,92-11,84 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 2). Повышенные его концентрации в зоне зарослей макрофитов, вероятно, связаны с развитием фотосинтеза в зарослях.

Минерализация (сумма ионов) воды изменялась от 73,4 мг/дм<sup>3</sup> (ниже с. Кебезень) до 75,4 мг/дм<sup>3</sup> (выше с. Турочак) и 89,9 мг/дм<sup>3</sup> (в воде р. Иогач). Такая разница обусловлена разными концентрациями гидрокарбонатов в воде реки и ее притока (табл. 2, рис. 1). По степени минерализации [8] воды р. Бии в верхнем течении относятся к β-гипогалинным пресным водам. По классификации природных вод О.А. Алекина [9], по ионному составу воды реки и притока р. Иогач относились в августе 2007 г. к классу гидрокарбонатных группы кальция II типу ([HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] + [SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>] > [Ca<sup>2+</sup>] + [Mg<sup>2+</sup>] > [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>]), IIa подтипу ([HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] > [Ca<sup>2+</sup>]) [10], за исключением истока р. Бии. Воды истока р. Бии, как и воды р. Чулышман и Телецкого озера, в этот период времени относились к гидрокарбонатно-кальциевым водам III типа ([Ca<sup>2+</sup>] + [Mg<sup>2+</sup>] > [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] + [SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>] и [Cl<sup>-</sup>] > [Na<sup>+</sup>]). Очевидно, в истоке наблюдается подпор воды озера. Концентрация гидрокарбонатов изменялась в интервале 48,7-63,2 мг/дм<sup>3</sup>.

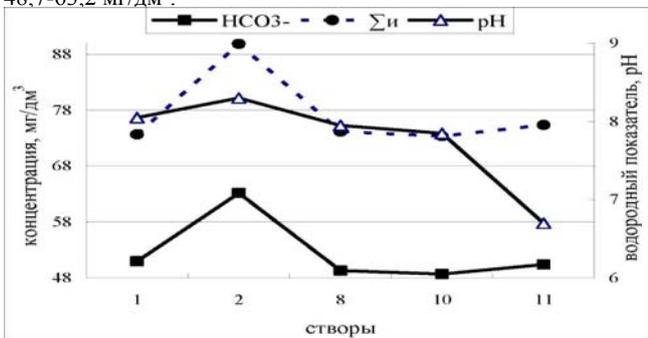


Рис. 1. Пространственная неоднородность pH, концентрации гидрокарбонатов и минерализации (сумма ионов) в верхнем течении р. Бии

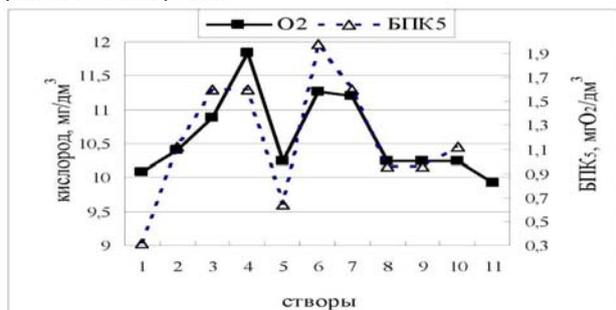


Рис. 2. Пространственная неоднородность концентрации растворенного кислорода и БПК<sub>5</sub> в верхнем течении р. Бии

Наибольшую концентрацию гидрокарбонатов 63,2 мг/дм<sup>3</sup> наблюдали в воде р. Иогач, что объясняет повышенное значение pH в этой реке – 8,3. Концентрации хлоридов и сульфатов были невелики и составляли соответственно 1,42-

2,13 мг/дм<sup>3</sup> и 3,0-5,7 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрация кальция была 13,6-18,3 мг/дм<sup>3</sup>. Воды р. Бии и притока р. Иогач мягкие: жесткость составляет 0,91-1,09 °Ж.

Биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>) изменялось от 0,32 в истоке до 1,98 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> на участке ниже устья руч. Тиренкол в зарослях макрофитов (рис. 2).

Согласно комплексной экологической классификации качества поверхностных вод суши [8], по величине БПК<sub>5</sub> (0,32-0,96 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) вода р. Бии в шести из десяти створов: 1-2, 5, 8-10 относится к 1-2 классам качества, от «предельно чистых» до «очень чистых» вод. В створов 3-4 и 6-7 вода р. Бии относится к 3 классу качества, от 3а, «достаточно чистая» до 3б, «слабо загрязненная» вода.

Перманганатная окисляемость (ПО) находилась на уровне 2,17-2,42 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, в зарослях макрофитов ниже с. Иогач она достигла максимального значения 3,22 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (рис. 3).

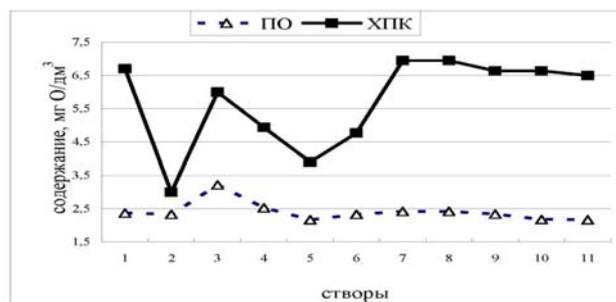


Рис. 3. Пространственная неоднородность перманганатной и бихроматной окисляемости в верхнем течении р. Бии

По комплексной экологической классификации [8], по величине ПО воду р. Бии во всех створов можно отнести к 2 классу качества, разряду 2а, «очень чистые» воды.

Химическое потребление кислорода (ХПК) колебалось в пределах 3,00 (в р. Иогач) – 6,95 мг/дм<sup>3</sup> (выше с. Усть-Пыжа). Не прослеживается влияния населенных пунктов на содержание трудно окисляемого органического вещества в воде (рис. 3).

По комплексной экологической классификации [8] по величинам ХПК во всех створов вода р. Бии в верхнем течении относится к 1 классу качества, «предельно чистые» воды.

Анализ отношений БПК<sub>5</sub>/ПО и ПО/ХПК (рис. 4) показал, что на прибрежных участках реки, поросших макрофитами (створы 2-6), в органическом веществе преобладает свежееобразованное органическое вещество (ПО/ХПК > 40%). На участках створов 1, 5, 8, 9 в воде преобладает стойкое к биохимическому окислению органическое вещество (БПК<sub>5</sub>/ПО < 0,5) [5].

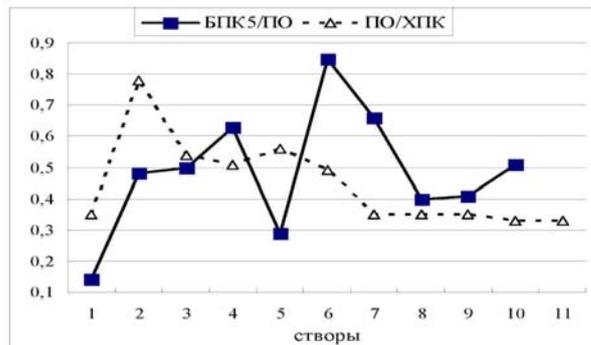


Рис. 4. Качественный состав органического вещества в верхнем течении р. Бии, август 2007 г.

Гидрохимический индекс загрязнения воды ИЗВ относят к категории наиболее часто используемых интегральных показателей качества водных объектов [11]. Его рассчитывают по 6-7 показателям, которые можно считать гидрохимическими; часть которых является обязательной (pH, концентрация O<sub>2</sub>, БПК<sub>5</sub>).

$$ИЗВ = \sum_{i=1}^N \frac{C_i / ПДК_i}{N}, \text{ где}$$

$C_i$  – концентрация компонента;

$N$  – число показателей, используемых для расчета индекса;

ПДК $_i$  – установленная величина для соответствующего типа водного объекта.

В зависимости от величины ИЗВ участки водных объектов подразделяют на классы качества (от I до VII) от «очень чистых» до «чрезвычайно грязных». Индекс загрязнения воды используют для оценки изменения качества вод во времени, или по течению в границах одной биогеохимической провинции и для однотипных водных объектов.

При расчетах ИЗВ нами были использованы предельно допустимые концентрации для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования для следующих показателей качества воды: рН, O $_2$ , БПК $_5$ , ПО, ХПК и HCO $_3^-$ . Индекс загрязнения воды для исследованных створов верхнего течения р. Бии колеблется в интервале 0,5–0,8. Максимальное значение ИЗВ относится к створу 11, выше с. Турочак. Незначительное увеличение индекса загрязнения отмечается в районе левого берега реки на участке реки ниже с. Иогач, что, возможно, связано как с влиянием поселка, так и наличием зарослей на данном участке реки. В целом значения индекса загрязнения позволяют отнести воду на всех створах

исследованного участка реки, согласно [11] ко II классу качества, «чистые воды» (рис. 5).

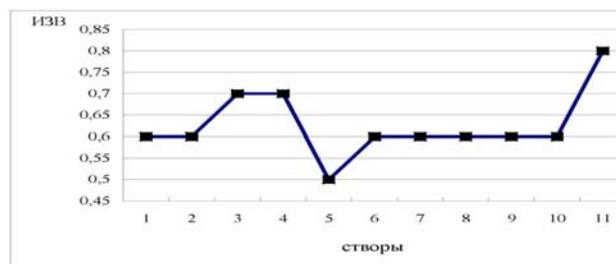


Рис. 5. Пространственная неоднородность ИЗВ в верхнем течении р. Бии, август 2007 г.

#### Заключение

Воды р. Бии на участке верхнего течения от истока (п. Артыбаш) до с. Турочак по ионному составу относятся к гидрокарбонатно-кальциевым водам II-III типа; по степени минерализации – к  $\beta$ -гипогалинным пресным водам. Согласно комплексной экологической классификации вод [8] по гидрохимическим показателям воду верхнего течения р. Бия можно отнести к классу «чистых» вод.

Полученные результаты подтверждают значения индекса загрязнения вод, рассчитанные по шести гидрохимическим показателям. На всех исследованных участках предполагаемой водоохранной зоны по значениям ИЗВ воду можно отнести ко II классу качества, «чистые воды».

#### Библиографический список

1. Атлас Алтайского края. – М.: Комитет геодезии и картографии СССР, 1991.
  2. Корытный, Л.М. Бассейновая концепция в природопользовании. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2001.
  3. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Равнинные районы Алтайского края и Южная часть Новосибирской области / Под общ. ред. В.А. Урываева. – Л.: Гидрометеоздат, 1962. – Вып. 6.
  4. Алекин, О.А. Гидрохимия рек СССР // Труды ГГИ. – Л.: Гидрометеоздат, 1949. – Вып. 15 (69). – Ч. III.
  5. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведения водоохранных мероприятий по территории деятельности Западно-Сибирского межрегионального территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за 2005 год. – Новосибирск: Зап.-Сиб. тер. управление по гидрометеорологии и мониторингу окруж. среды, 2006. – Ч. I.
  6. Руководство по гидрохимическому анализу поверхностных вод суши / под ред. А.Д. Семенова. – Л.: Гидрометеоздат, 1977.
  7. Методы исследования качества воды водоемов / под ред. А.П. Шицковой. – М.: Медицина, 1990.
  8. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О.П. Окснюк, В.Н. Жукинский, Л.П. Брагинский [и др.] // Гидробиол. журнал, 1993. – №29 (4).
  9. Алекин, О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеоздат, 1953.
  10. Посохов, Е. В. Ионный состав природных вод. Генезис и эволюция. – Л.: Гидрометеоздат, 1985.
  11. Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод № 250-1163 от 22.09, 1986 г. – М.: Госкомгидромет СССР, 1986
- Статья поступила в редакцию 10.10.09

УДК 502.55

**С.Н. Балыкин**, канд. биол. наук., с.н.с. ИВЭП СО РАН, г. Барнаул, E-mail: [zoo@iwep.asu.ru](mailto:zoo@iwep.asu.ru)

**А.В. Пузанов**, д-р биол. наук., проф., зам. дир. по научной работе ИВЭП СО РАН, г. Барнаул, E-mail: [zoo@iwep.asu.ru](mailto:zoo@iwep.asu.ru)

#### ВКЛАД СОСРЕДОТОЧЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ В ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ВЕРХНЕЙ ОБИ

Анализ многолетних данных обобщения государственного учета использования вод по Верхне-Обскому БВУ позволил сделать вывод о том, что за последние десять лет происходит снижение объемов сточных вод (содержащих загрязняющие вещества), сбрасываемых в бассейн Верхней Оби. Наибольший вклад в загрязнение водных экосистем вносит жилищно-коммунальное хозяйство.

**Ключевые слова:** сосредоточенные источники загрязнения, река Обь.

В последние десятилетия во многих регионах России достаточно остро стоит проблема загрязнения водных объектов, что определяет актуальность своевременной и объективной оценки воздействия сбросов загрязненных стоков на их состояние. Не является исключением и р. Обь, принимающая сточные воды многочисленных предприятий Республики Алтай, Алтайского края, Новосибирской, Томской, Кемеровской, Тюменской, Омской областей и других субъектов РФ.

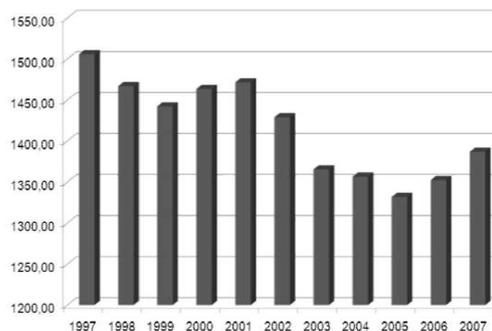


Рис. 1. Объемы сточных вод, содержащих загрязняющие вещества, в целом по Верхне-Обскому БВУ за 1997–2007 гг., млн м $^3$