

УДК 504.45

**МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОД ПРИТОКОВ РЕКИ ТОБОЛ****<sup>1</sup>Несговорова Н.П., <sup>1</sup>Савельев В.Г., <sup>1</sup>Иванцова Г.В., <sup>2</sup>Фирулина И.И.**<sup>1</sup>*ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», Курган, e-mail: geograf@kgsu.ru;*<sup>2</sup>*ФГБОУ ВО «Самарский государственный экономический университет», Самара, e-mail: ecun@sseu.ru*

Географическое положение Курганской области ставит развитие ее водохозяйственного комплекса в зависимость от развития водного хозяйства Свердловской и Челябинской областей РФ и Костанайской области Республики Казахстан, с территории которых в область поступает речной сток реки Тобол и его притоков – Уя, Убагана, Исети, Миасса. Основным источником питьевого водоснабжения в регионе является река Тобол. На качество ее воды оказывают влияние трансграничный перенос загрязняющих веществ из Костанайской области Республики Казахстан, ежегодно возрастающий транзит загрязняющих веществ из сопредельных региону Челябинской и Свердловской областей. Качество воды в реке Тобол в границах Курганской области зависит от ее притоков. На территории Курганской области в Тобол впадают более 25 рек. Наиболее крупными притоками являются реки Уй, Убаган, Юргамыш, Куртамыш, Алабуга, Суерь. Река Уй берет начало в 12 км к северо-западу от с. Азнашево Учалинского района Республики Башкортостан. Реки Убаган и Алабуга берут начало на территории Костанайской области Республики Казахстан. Остальные притоки протекают по территории Курганской области. Не все малые реки входят в программу государственного мониторинга, но при этом они играют определенную хозяйственную роль. Часть притоков Тобола, с одной стороны, увеличивают смешение вод и долю разбавления веществ, а с другой – привносят дополнительные загрязняющие вещества в достаточно высоких концентрациях. Следовательно, необходимо вести мониторинговые исследования качества притоков реки Тобол по физико-химическим и биологическим показателям.

**Ключевые слова:** мониторинг, качество воды, река, притоки реки, водоросли**MONITORING OF WATER QUALITY TRIBUTARY OF THE TOBOL****<sup>1</sup>Nesgovorova N.P., <sup>1</sup>Savelyev V.G., <sup>1</sup>Ivantsova G.V., <sup>2</sup>Firulina I.I.**<sup>1</sup>*Kurgan State University, Kurgan, e-mail: geograf@kgsu.ru;*<sup>2</sup>*Samara State University of Economics, Samara, e-mail: ecun@sseu.ru*

The geographical location of the Kurgan region makes the development of its water management complex dependent on the development of the water economy of the Sverdlovsk and Chelyabinsk regions of the Russian Federation and the Kostanay region of the Republic of Kazakhstan, from the territory of which the river flow of the Tobol River and its tributaries – Uya, Ubagana, Iset, Miass, flows into the region. The main source of drinking water supply in the region is the Tobol River. The quality of its water is influenced by the transboundary transfer of pollutants from the Kostanay region of the Republic of Kazakhstan, the annually increasing transit of pollutants from the Chelyabinsk and Sverdlovsk regions adjacent to the region. The water quality in the Tobol River within the borders of the Kurgan region depends on its tributaries. More than 25 rivers flow into the Tobol on the territory of the Kurgan region. The largest tributaries are the rivers Uy, Ubagan, Yurgamysh, Kurtamysh, Alabuga, Suer. The Uy River originates 12 km north-west of the village. Aznashevo of the Uchalinsky district of the Republic of Bashkortostan. The Ubagan and Alabuga rivers originate in the Kostanay region of the Republic of Kazakhstan. The rest of the tributaries flow through the territory of the Kurgan region. Not all small rivers are included in the state monitoring program, but at the same time they perform a certain economic role. Part of the Tobol tributaries, on the one hand, increase the mixing of waters and the proportion of dilution of substances, and on the other hand, they introduce additional pollutants in sufficiently high concentrations. Therefore, it is necessary to conduct monitoring studies of the quality of the tributaries of the Tobol River in terms of physical, chemical and biological indicators.

**Keywords:** monitoring, water quality, river, river tributaries, algae

Согласно Водному кодексу РФ, под мониторингом водных объектов понимается система наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния водных объектов [1].

Мониторинговые исследования притоков реки Тобол опираются на положения концепции академика Ю.А. Израэля, содержание мониторинга согласно работам И.П. Герасимова основывается на наблюдениях за природными системами.

Как полагают Л.В. Тернова, А.В. Скрипник, С.Ю. Коломоец, С.И. Ларин, малые водотоки чувствительны к антропогенной нагрузке на водосборе [2, 3]. Они реагируют

на вырубку лесов, распашку земель, причиной этого является загрязнение малых реки продуктами деятельности, а результатом – потеря способности к самоочищению.

По мнению Т.Г. Константиновой, Л.В. Васильевой, Т.В. Красновой, другой особенностью малых рек является неравномерность стока в течение года, что влияет на их гидрохимический режим [4, 5].

Паводковый сток в русле малых рек осуществляется в течение одной недели. Как отмечает Т.Н. Мельникова, за такой период реки не успевают очиститься от загрязняющих веществ, которые попали в них вследствие

не только естественных физико-химических и биологических процессов [6]. В результате часть притоков крупных рек, с одной стороны, увеличивают смешение вод и долю разбавления веществ, а с другой – привносят дополнительные загрязняющие вещества в достаточно высоких концентрациях.

В рамках складывающейся таким образом ситуации следует осуществлять мониторинг качества вод притоков крупных рек.

На территории Курганской области в реку Тобол впадает более 25 крупных притоков, однако государственный мониторинг проводится Курганским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды только на одной реке Уй. В проведенном исследовании мониторинг реализован по шести притокам реки Тобол.

Другая особенность заключается в том, что расширен перечень показателей мониторинга качества воды рек за счет привнесения биологического компонента – оценки водорослевого населения водотоков.

Цель исследования: осуществить мониторинг качества вод притоков реки Тобол, выявить факторы, оказывающие влияние на их воды.

#### Материалы и методы исследования

Река Тобол начинается от слияния рек Бозбие и Кокпекты на границе Оренбургской области РФ и Костанайской области Республики Казахстан, впадает в реку Иртыш с левой стороны на территории Тюменской области. Длина реки 1591 км, общая

площадь водосбора 426 000 кв. км. Протяженность Тобола на территории Курганской области 428 км.

Качество воды в реке Тобол в границах Курганской области зависит, в том числе, от вод ее притоков. На территории Курганской области в Тобол впадают более 25 рек.

Притоками Тобола в границах Курганской области являются Исеть, Долгая, Ук, Березовка, Чёрная (Звериноголовского района), Упоровка, Няп, Суерь, Черная (Кетовского района), Ик, Нижний Утяк, Средний Утяк, Утяк, Юргамыш, Боровлянка, Чёрная (Притобольного района), Талица, Куртамыш, Нижняя Алабуга, Горькореченская, Алабуга, Убаган, Кочердык, Уй.

Наиболее крупными притоками являются реки Уй, Убаган, Юргамыш, Куртамыш, Алабуга, Суерь. Река Уй берет начало в 12 км к северо-западу от с. Азнашево Учалинского района Республики Башкортостан. Реки Убаган и Алабуга берут начало на территории Костанайской области Республики Казахстан. Остальные притоки протекают по территории Курганской области.

Исследования проводились с 2002 по 2020 гг. в теплый период (весна – лето – осень) на 6 реках: Уй, Куртамыш, Утяк, Чёрная (Кетовского района, г. Кургана), Ик, Суерь (рис. 1):

1 – на реке Уй в районе с. Усть-Уйское (приграничная территория с Казахстаном, Целинный район Курганской области). Это левый приток реки Тобол длиной 462 км. Берега реки покрыты лесами и лугами;

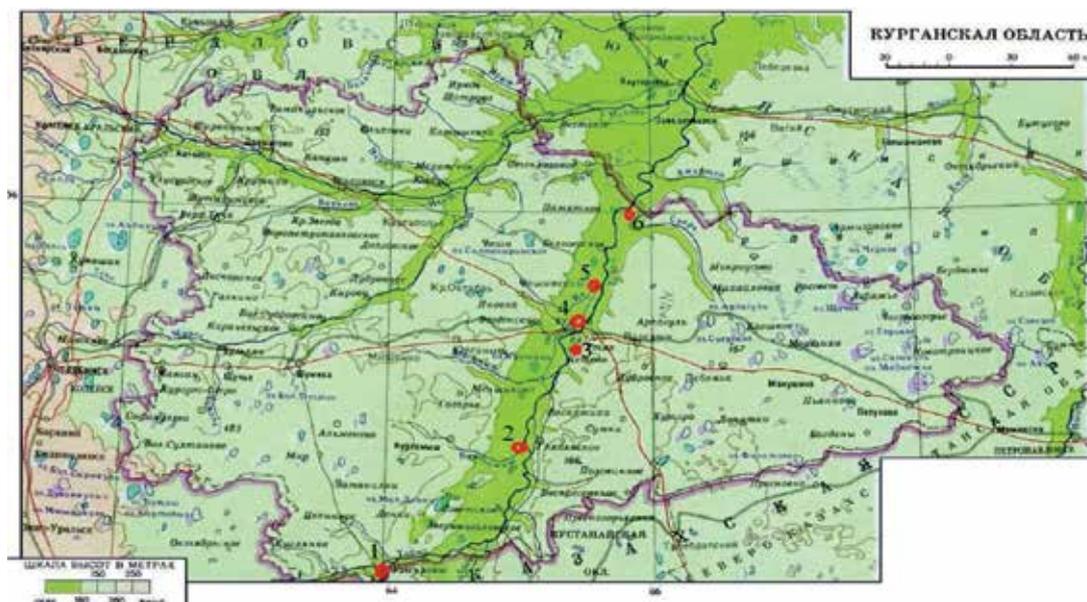


Рис. 1. Места впадения притоков в реку Тобол

2 – на реке Куртамыш в городе Куртамыш. Левый приток реки Тобол длиной 124 км;

3 – на реке Утяк (Кетовский – Притобольный районы) в районе лагеря отдыха детей «Космос». Это правый приток реки Тобол длиной 29 км;

4 – на реке Чёрная (г. Курган) в районе микрорайона Рябково города Кургана. Это левый приток Тобола. Река течет через озеро Чёрное (Стакан), в котором находится отстойник промстоков Курганского машиностроительного завода, протекает через районы города Кургана Северный и Рябково, собирая коммунальные отходы и сточные воды;

5 – на реке Ик в районе села Старый Просвет (Кетовский район). Это левый приток Тобола, протекает недалеко от Шуховского полигона ТБО, его сточные воды попадают в реку, особенно в период паводка, во время дождей в весенне-осенний период;

6 – на реке Суерь в районе село Верхнесуерское (северо-восток области Варгашинский – Белозерский район Курганской области). Это правый приток Тобола длиной 134 км.

Отбор проб воды осуществляли батометром с апреля по октябрь 1 раз в месяц в верхней трети общей глубины рек в местах с наиболее сильным течением за 1–2 км до их впадения в реку Тобол. Отобранную воду переливали доверху в емкости из прозрачного стекла (или посуды из полиэтилена) с притертой пробкой. Емкости несколько раз ополаскивали отобранной водой. Содержание кислорода определяли сразу после отбора проб кондуктометром. Емкости с водой транспортировали в лабораторию.

В лаборатории комплексных экологических исследований кафедры географии, фундаментальной экологии и природопользования в соответствии с ГОСТ 17.1.2.04-77. Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов определяли водородный показатель (потенциометрическим методом), сухой остаток (гравиметрическим методом), растворенный кислород (кондуктометрическим и йодометрическим методами), гидрокарбонаты, оксид углерода (методом титриметрии), хлориды (методом аргентометрии), нитратный азот, сульфат ион, марганец, медь, цинк (методами колориметрирования) [7].

На основании полученных данных рассчитывали среднегодовые показатели

и средние многолетние показатели, а также комбинаторный индекс загрязненности воды на основе метода интегральной оценки качества воды по совокупности находящихся в ней загрязняющих веществ и частоты их обнаружения.

В работе задействованы следующие приборы: рН-метр-милливольтметр рН-410, кондуктометр – иономер Анион-4100, кислородомер – Анион 7040, спектрофотометр LEKI SS2107UV.

Собранный в пробах воды фитопланктон исследовали путем микрокопирования изготовленных препаратов типа «раздавленной капли» и в рамках методики получения накопительных культур на плотных агаризованных и жидких минеральных средах, засеваемых определенным объемом пробы [8, 9]. Проводили качественный анализ фитопланктона, который сводился к точному определению входящих в его состав организмов. Для определения видов фитопланктона использовались определители М.М. Голлербах, В.И. Полянского «Определитель пресноводных водорослей СССР» [10], Н.Т. Дедусенко-Щеголевой «Определитель пресноводных водорослей СССР» и др. [11]. Сравнение водорослевого состава между реками проводили на основании индекса Жаккара. Статистическая обработка данных осуществлялась в программе MS Excel.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Изучение сухого остатка при выпаривании воды позволяет судить о возможном качественном и количественном химическом составе воды и его обилии.

Содержание растворимых нелетучих минеральных и органических веществ в пробах воды рек колеблется от 0,7 г/л в реке Утяк до 3,2 г/л в реке Чёрная. В остальных водотоках минерализация составляет более 1 г/л.

В целом, по сухому остатку можно сказать, что только вода реки Утяк соответствует требованиям ГОСТ для рыбохозяйственных водоемов (рис. 2).

*Динамика водородного показателя.* Результаты исследования водородного показателя вод показали, что он подвержен динамике и изменяется в пределах от 7,2 до 8,4 единиц. Выявлено, что вода в реке Чёрная может быть охарактеризована как нейтральная, вода остальных рек относится к слабощелочным, кроме реки Утяк, в ней вода щелочная (рис. 3).

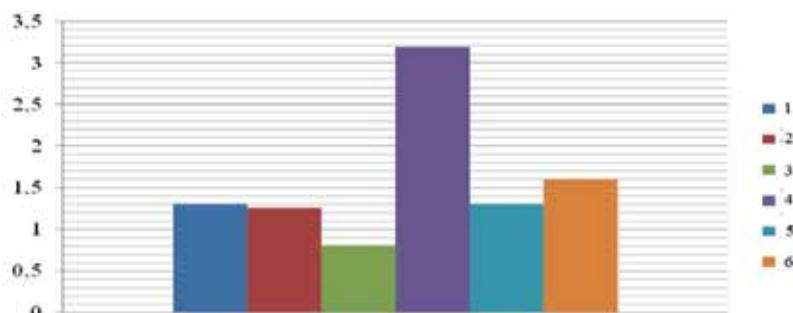


Рис. 2. Средние многолетние данные по сухому остатку в воде притоков Тобола (г/л)  
Примечание: 1 – Уй, 2 – Куртамыш, 3 – Утяк, 4 – Чёрная, 4 – Ик, 6 – Суерь

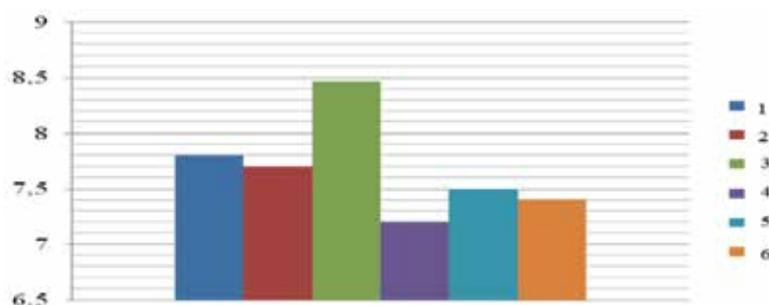


Рис. 3. Средние многолетние данные по водородному показателю вод исследуемых рек (отрицательный десятичный логарифм концентраций ионов водорода)  
Примечание: 1 – Уй, 2 – Куртамыш, 3 – Утяк, 4 – Чёрная, 4 – Ик, 6 – Суерь

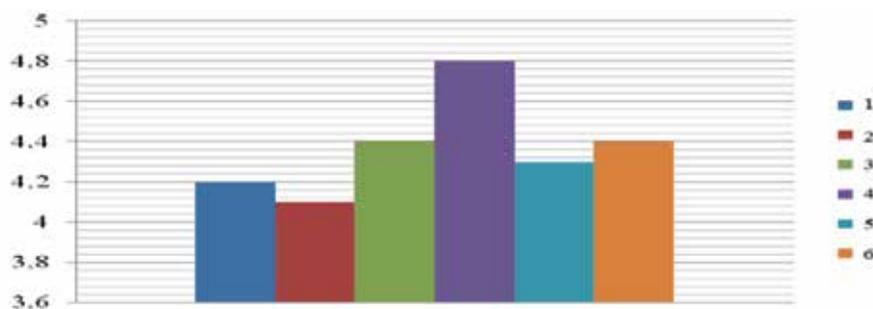


Рис. 4. Средние многолетние данные по содержанию кислорода в воде притоков реки Тобол (мг/л)  
Примечание: 1 – Уй, 2 – Куртамыш, 3 – Утяк, 4 – Чёрная, 4 – Ик, 6 – Суерь

Величина рН воды влияет на процессы трансформации различных форм биогенных элементов, изменяет токсичность загрязняющих веществ.

Легкое изменение концентрации ионов водорода может наблюдаться в воде реки Чёрная за счет сброса сточных вод, но такие концентрации ионов водорода незначительно влияют на обитающих в ней гидробионтов (рис. 3).

*Содержание в воде растворенного кислорода.* В насыщенности воды кислородом также обнаруживается динамика.

Концентрация кислорода в речной воде зависит от температуры воздуха и воды, парциального давления.

В результате исследования выявлено, что степень насыщенности воды кислородом в теплый период в притоках реки Тобол в среднем составляет около 60%. При такой концентрации кислорода вода относится к классу «загрязненная» (рис. 4).

*Результаты перманганатометрии.* Показатель перманганатной окисляемости превышает ПДК в водах всех притоков реки Тобол. Этот показатель подвержен небольшим

колебаниям: в 1,33 раза превышает ПДК в воде реки Суерь и в 1,36 раза – в воде реки Утяк (рис. 5).

Если учесть, что данный метод основан на окислении органических соединений, то можно предположить, что органическими остатками насыщены воды всех исследуемых водотоков.

В воде этих водотоков содержатся повышенные концентрации органических веществ как антропогенного, так и естественного происхождения, например растительные остатки и органические вещества почвы, смытой с прибрежной территории (рис. 5).

*Содержание токсинов в воде притоков Тобола.* Из всех выявленных в период исследования токсинов, содержащихся в водах притоков реки Тобол, необходимо в первую очередь остановиться на азоте нитратном. Азот как элемент питания абсолютно необходим водным обитателям, в первую очередь растительному миру как биоген. Однако его количество в рамках любой среды имеет предел, при превышении

которого азот переходит в группу токсинов, загрязняющих водную среду (рис. 6).

Высокие концентрации нитратного азота в водах рек выявлены в летние и осенние месяцы. Это связано с двумя процессами – накоплением биомассы в теплое время года (конец весны и лето) и отмиранием биомассы в осенне-зимние месяцы, замедлением процессов самоочищения зимой. В весенне-летние месяцы азот включается в жизнедеятельность фотоавтотрофных организмов и трансформируется в окисленные формы азота в процессе нитрификации.

В осенне-зимние месяцы при понижении температуры, содержания растворенного кислорода наблюдаются массовая гибель бионтов и накопление продуктов их распада.

*Комбинаторный индекс загрязненности воды.* На качество воды Тобола оказывают влияние воды рек Чёрная и Уй. Воды рек Убаган и Куртамыш влияют на качество будут в меньшей степени, так как они менее загрязнены.

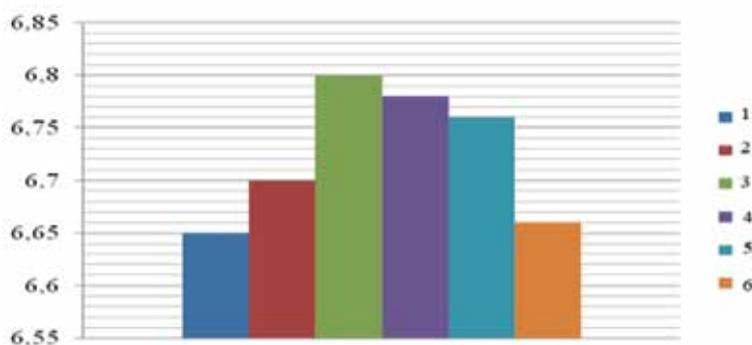


Рис. 5. Средние многолетние данные перманганатной окисляемости в воде притоков Тобола (мг/л)  
Примечание: 1 – Уй, 2 – Куртамыш, 3 – Утяк, 4 – Чёрная, 4 – Ик, 6 – Суерь

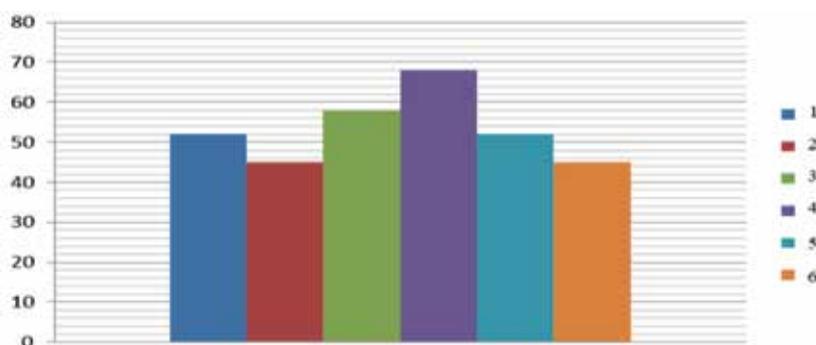


Рис. 6. Средние многолетние данные по содержанию нитратного азота в притоках Тобола (мг/л)  
Примечание: 1 – Уй, 2 – Куртамыш, 3 – Утяк, 4 – Чёрная, 4 – Ик, 6 – Суерь

Вода реки Уй по значению УКИЗВ соответствует 4-му классу качества воды и характеризуется как «грязная».

Наибольшее значение в общей оценке степени загрязнённости воды имеет марганец. Это обусловлено в первую очередь вымыванием марганца из *залегающих горных пород* в Казахстане. При попадании вод Уя в воды Тобола происходит их смешение.

От границы с Казахстаном до города Кургана сброс сточных вод не осуществляется.

Река Чёрная является притоком Тобола. Предприятия города Кургана осуществляют спуск сточных вод в нее. Река Чёрная полностью сформирована прямыми сбросами сточных вод предприятий города и жилищно-коммунальными стоками от населения. По этой причине качество воды Тобола ниже впадения реки Чёрной ухудшается, в том числе и по содержанию марганца.

Таким образом, с одной стороны, притоки реки Тобол до города Кургана увеличивают смешение вод и долю разбавления

веществ, а с другой – привносят дополнительные загрязняющие вещества в достаточно высоких концентрациях (рис. 7).

*Водорослевый состав рек.* В притоках реки Тобол выявлено 107 видов водорослей, относящихся к 9 отделам (Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Chrysophyta, Cryptophyta, Charophyta, Chlorophyta, Xanthophyta, Bacillariophyta).

Выявлены 45 видов (*Anphora proteus*, *Diatoma sp.*, *Pinnularia intemedia*, *Navicula mutica*) в отделе Bacillariophyta. В отделе Chlorophyta входят 26 видов (*Enteromorpha intestinalis*, *Chlorococcum infusionum*, *Chlorella vulgaris*, *Chlorella planctonica*, *Spirogyra sp.*, *Chlamydomonas sp.*, *Cladophora rivularis*). Отделы Cyanophyta и Euglenophyta представлены 12 видами каждый (*Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria tenuis*, *Anabena variabilis* и др.). В рамках отдела Xanthophyta идентифицировано два вида (*Tribonema viride*, *Botrydiopsis srhiza*). Отдел Charophyta представлен одним видом (*Chara contraria*) (рис. 8).

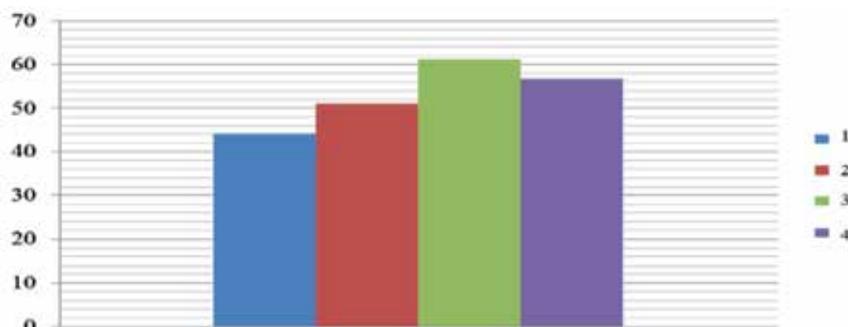


Рис. 7. Средний удельный комбинаторный индекс загрязнённости воды по результатам многолетних наблюдений (%)

Примечание: 1 – на входе в область, 2 – выше г. Кургана, 3 – ниже г. Кургана, 4 – на выходе из Курганской области

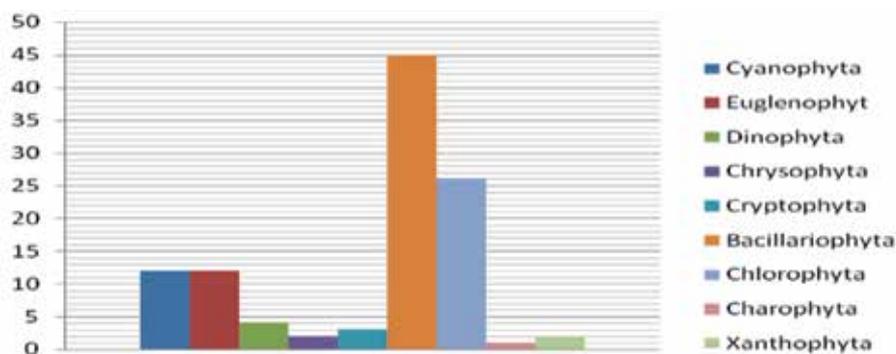


Рис. 8. Многолетние данные распределения таксонов водорослей по отделам в притоках рек (количество видов)

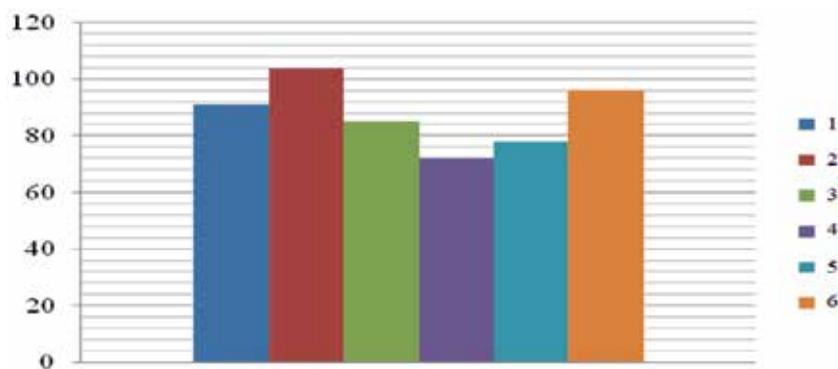


Рис. 9. Многолетние данные по числу выявленных видов водорослей в притоках реки Тобол (количество видов)  
Примечание: 1 – Уй, 2 – Куртамыш, 3 – Утяк, 4 – Чёрная, 5 – Ик, 6 – Суерь

Сходство исследуемых альгоценозов по видовому составу (по коэффициенту Жаккара)

	р. Уй	р. Куртамыш	р. Утяк	р. Чёрная	р. Ик	р. Суерь
р. Уй	1	0,88	0,93	0,8	0,86	0,95
р. Куртамыш	0,88	1	0,85	0,69	0,75	0,92
р. Утяк	0,93	0,85	1	0,85	0,91	0,88
р. Чёрная	0,8	0,69	0,85	1	0,92	0,75
р. Ик	0,86	0,75	0,91	0,92	1	0,81
р. Суерь	0,95	0,92	0,88	0,75	0,81	1

Больше видов водорослей выявлено в реках Куртамыш, Суерь. При изучении альгоценозов рек Уй, Куртамыш, Утяк, Суерь выявлены виды водорослей, являющихся признанными индикаторами уровня сапробности. В эту группу относят индикаторы альфа-мезосапробности: *Oscillatoria tenuis*, *Chlorella vulgaris*, индикаторы бета-мезосапробности: *Microcystis aeruginosa*, *Euteromorpha intestinalis* (рис. 9).

Наиболее сходны между собой альгоценозы в реках Уй и Куртамыш, Уй и Суерь, Куртамыш и Суерь, Утяк и Ик, Чёрная и Ик. В меньшей степени сходны альгоценозы рек Куртамыш и Чёрной, Куртамыш и Ик.

В то же время в реке Тобол в границах Курганской области выявлено 152 вида водорослей, отнесенных к 9 отделам. Наиболее многочисленными отделами являются Chlorophyta (65 видов), Bacillariophyta (65 видов).

Следовательно, видовой состав альгоценозов в водах реки Тобол в 1,5–2 раза выше, чем в ее притоках. Данное явление можно объяснить тем, что при смешении вод из притоков привносятся новые виды (таблица).

Выявлено, что видовой состав водорослей зависит и от содержания кислорода, водородного показателя, биогенных элементов.

### Заключение

1. Выявлено, что малые водотоки чувствительны к антропогенной нагрузке на водосборе. Они реагируют на вырубку лесов, распашку земель, причиной этого является загрязнение малых рек продуктами деятельности, а результатом – потеря способности к самоочищению.

2. Качество воды в притоках реки Тобол можно отнести к двум классам – к 3-му «умеренно загрязненный» и 4-му «грязный».

3. На качество воды реки Тобол оказывают влияние смешение вод притоков и главной реки при их впадении в Тобол, что способствует привнесению биогенов и зарастанию водоемов в теплое время года, а снижение содержания кислорода при понижении температур в зимнее время – массовой гибели биоты в осенне-зимний период.

4. Смешение вод способствует привнесению новых видов водорослей в экосистему реки Тобол.

5. Выявлено, что грязные воды притоков приносят дополнительные загрязнения в виде различных токсинов как катионного, так и анионного состава. Неравномерность стока в течение года влияет на гидрохимический режим реки Тобол.

**Список литературы / References**

1. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ (редакция от 08.12.2020). [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_60683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/) (дата обращения: 28.05.2021).

The Water Code of the Russian Federation dated 03.06.2006 No. 74-FZ (as amended on 08.12.2020). [Electronic resource]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_60683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/) (date of access: 28.05.2021) (in Russian).

2. Терновая Л.В., Скрипник А.В., Коломоец С.Ю. Экологический мониторинг малых водных объектов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 8 (130). С. 53–57.

Ternovaya L.V., Skripnik A.V., Kolomoets S.Yu. Ecological monitoring of small water bodies // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 8 (130). P. 53–57 (in Russian).

3. Ларин С.И. Физико-географические условия формирования качества поверхностных вод Западной Сибири // Вестник Тюменского государственного университета. 2011. № 12. С. 70–77.

Larin S.I. Physico-geographical conditions for the formation of surface water quality in Western Siberia // Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. 2011. № 12. P. 70–77 (in Russian).

4. Константинова Т.Г., Васильева Л.В. Экологический мониторинг состояния малой реки Кукшум в условиях антропогенного воздействия // Вестник Чувашского университета. 2013. № 3. С. 114–122.

Konstantinova T.G., Vasilieva L.V. Environmental monitoring of the state of the small river Kukshum under anthropogenic impact // Vestnik Chuvashskogo universiteta. 2013. № 3. P. 114–122 (in Russian).

5. Краснова Т.В. Экологическая оптимизация и мониторинг бассейнов малых рек Оренбургской области // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. 2014. № 13. С. 46–49.

Krasnova T.V. Environmental optimization and monitoring of small river basins in the Orenburg region // Fundamental'nyye i prikladnyye issledovaniya: problemy i rezul'taty. 2014. № 13. P. 46–49 (in Russian).

6. Мельникова Т.Н. Мониторинг влияния антропогенных факторов на сток малых рек Республики Адыгея // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2012. № 11. С. 8–9.

Melnikova T.N. Monitoring of the influence of anthropogenic factors on the runoff of small rivers in the Republic of Adygea // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. 2012. № 11. P. 8–9 (in Russian).

7. Бухтояров О.И., Несговорова Н.П., Савельев В.Г., Иванцова Г.В., Богданова Е.П. Методы экологического мониторинга качества сред жизни и оценки их экологической безопасности. Курган, 2015. 239 с.

Bukhtoyarov O.I., Nesgovorova N.P., Savelyev V.G., Ivantsova G.V., Bogdanova E.P. Methods of environmental monitoring of the quality of living environments and assessment of their environmental safety. Kurgan, 2015. 239 p. (in Russian).

8. Несговорова Н.П., Иванцова Г.В., Неумывакина Н.А., Савельев В.Г. Организация научно-исследовательской деятельности студентов: теоретико-прикладной аспект. Курган, 2017. 352 с.

Nesgovorova N.P., Ivantsova G.V., Neumyvakina N.A., Savelyev V.G. Organization of students' research activities: theoretical and applied aspect. Kurgan, 2017. 352 p. (in Russian).

9. Несговорова Н.П., Савельев В.Г. Основы системного анализа и моделирования экологических систем. Курган, 2014. 234 с.

Nesgovorova N.P., Savelyev V.G. Fundamentals of systems analysis and modeling of ecological systems. Kurgan, 2014. 234 p. (in Russian).

10. Голлербах М.М., Полянский В.И. Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: Советская наука, 1951. 200 с.

Hollerbach M.M., Polyansky V.I. Keys to freshwater algae of the USSR. M.: Sovetskaya nauka, 1951. 200 p. (in Russian).

11. Снитко Л.В. Водные ООПТ: сравнение состояния фитопланктона озер Увильды и Тургойак в конце современного многоводного гидрологического // Вестник Челябинского государственного университета. 2011. № 5. С. 105–109.

Snitko L.V. Aquatic protected areas: comparison of the phytoplankton state of the Uvildy and Turgoyak lakes at the end of the modern hydrological high-water area // Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta. 2011. № 5. P. 105–109 (in Russian).