

# АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

**Приведена характеристика водных ресурсов территории Иркутской области с учетом гидрологических и экологических особенностей региона. Обсуждаются проблемы антропогенного воздействия на качественные и количественные показатели водных ресурсов.**

## Введение

Территория Иркутской области богата колоссальными запасами пресной воды. Кроме крупнейшего мирового хранилища пресной воды – озера Байкал – на территории Иркутской области расположено 229 озер общей площадью зеркала 7732,5 км<sup>2</sup>. В первую очередь это относится к крупнейшему озеру планеты – Байкалу. Речная сеть Иркутской области представлена бассейнами крупных рек: Ангара, Лена, Нижняя Тунгуска и их многочисленными притоками (Витим, Киренга, Иркут, Кута и др.). Всего в области насчитывается более 65 тыс. рек, речушек и ручейков, имеющих суммарную длину 309 355 км [1]. Реки обеспечивают водой промышленные предприятия, а некоторые из них служат основным источником питьевого водоснабжения крупных городов. На хозяйственные нужды используется менее 1 % суммарного речного стока. Благодаря своей полноводности и особому гидрологическому режиму многие реки представляют интерес для гидроэнергетического строительства. На некоторых из них (Ангара, Мамакан) уже возведены гидроэлектростанции и созданы водохранилища с суммарным объемом воды свыше 200 км<sup>3</sup>, на других (Лена, Витим, Киренга) строительство гидроэлектростанций только предполагается. В Иркутской области имеются крупные запасы подземных минеральных (с минерализацией более 2 г/л), питьевых вод (до 1 г/л), которые распространены по всей территории области, залегают в толщах пород (на глубинах 30-350 м), определяющих мощность водоносных горизонтов, их химический

**Е.А. Мусихина\***,  
кандидат технических наук, доцент кафедры архитектурного проектирования, ФГБОУ ВПО Иркутский государственный технический университет

**В.В. Верхотуров**,  
доктор биологических наук, профессор кафедры химии и пищевой технологии, ФГБОУ ВПО Иркутский государственный технический университет

состав (минерализацию) и температурный режим. Основные запасы открытых подземных вод сосредоточены и защищены от техногенного загрязнения.

Общие прогнозные ресурсы подземных пресных вод в области оцениваются в 500-1000 м<sup>3</sup>/с. В настоящее время суммарный водозабор с подземных горизонтов не превышает 4,5 м<sup>3</sup>/с, что составляет 0,5 % возможного. В пределах Иркутской области разведано 230 источников и скважин с минеральной водой, которую целесообразно применять для лечебно-оздоровительных целей. По своим качествам она не уступает воде источников знаменитых здравниц Северного Кавказа. В настоящее время на базе некоторых источников минеральных вод работают курорты, ведомственные профилактории и пансионаты. Кроме того, производится разлив питьевых лечебно-столовых минеральных вод под соответствующими названиями: «Иркутская», «Ангарская», «Братская».

Очевидно, что расположение населенных пунктов и крупных производств на берегах основных рек области, оказывает негативное воздействие на объем и качественные показатели водных ресурсов.

Цель настоящей статьи – оценить состояние и показатели антропогенного воздействия на водные ресурсы территории Иркутской области.

## Результаты и их обсуждение

Основной водной артерией Иркутской области является Ангара, водный режим которой во многом определяется Байкалом, ежегодно отдающим реке более 60 км<sup>3</sup> достаточно чистой пресной воды. Река, на расстоянии 55 км от истока перекрытая плотиной Иркутской ГЭС, образует Иркутское водохранилище. Площадь водох-

\* Адрес для корреспонденции: elena.science@yandex.ru

ранилища – 154 км<sup>2</sup>, длина береговой полосы – 300 км, объем водной массы – 2,1 км<sup>3</sup>. Режим стока реки Ангары от г. Иркутска до Братской ГЭС зависит от режима работы Иркутской ГЭС [1]. Братское водохранилище образовано в 605 км ниже по течению реки. Площадь водного зеркала – 5470 км<sup>2</sup>, полный объем – 169,3 км<sup>3</sup>, протяженность береговой линии – 6000 км. Замыкает каскад ГЭС, расположенных на реке Ангаре, Усть-Илимское водохранилище, образованное плотиной, перекрывающей Ангару на 1026 км от истока. Площадь водной поверхности – 1922 км<sup>2</sup>, полный объем – 58,93 км<sup>3</sup>, длина береговой линии – 2500 км [1].

Река Лена – единственная крупная река, не имеющая гидротехнических сооружений, существенно влияющих на ее водоток, берет начало на западном склоне Байкальского хребта на высоте 1470 м над уровнем моря, в 10 км от берега Байкала. Протяженность от истока до устья 4270 км, общая площадь водосборного бассейна – 2425 км<sup>2</sup>, среднегодовой сток – 1400 м<sup>3</sup>/с [1]. Речная сеть этой территории области принадлежит к бассейну моря Лаптевых. В 1962 г. на реке Мамакан, являющейся левым притоком реки Витим бассейна р. Лены, для нужд горнодобывающей промышленности была построена Мамаканская ГЭС, водохранилище которой расположено в 206,8 км от истока реки Мамакан. Его длина – 30 км, наибольшая ширина 500 м, площадь зеркала при НПУ – 10,82 км<sup>2</sup>, полный объем – 197,3 млн. м<sup>3</sup> [1]. На территории области берет свое начало р. Нижняя Тунгуска, которая является правым притоком Енисея. Нижняя Тунгуска имеет длину 2960 км, площадь водосборного бассейна – 470 тыс. км<sup>2</sup> [1].

Большинство сельских населенных пунктов, поселков городского типа и небольших городов (Алзамай, Байкальск, Вихоревка, Саянск, Слюдянка, Усть-Кут и др.) области и практи-

**Ключевые слова:**

водные ресурсы, антропогенное воздействие, загрязнение

чески все населенные пункты округа используют для водоснабжения преимущественно подземные воды. Доля подземных вод в хозяйственно-питьевом водоснабжении по районам Иркутской области в среднем составляет 23,2 %, в автономном округе – 96,9 %. Объясняется такая разница в использовании подземных вод тем, что в округе отсутствуют городские поселения, а наиболее крупные города – водопотребители Иркутской области, в которых сосредоточено до 60 % населения области, расположены у р. Ангары, традиционно используют для водоснабжения поверхностные воды реки, берущей в истоке байкальскую воду.

По данным территориального отдела водных ресурсов Федерального Агентства водных ресурсов МПР России, суммарный забор воды из природных водных объектов составил 1,15 млрд. м<sup>3</sup> и увеличился с каждым годом (табл. 1). В структуре водопотребления преобладает расход на производственные нужды – 80,7%, на хозяйственно-питьевые нужды затрачивается 16,7%, на орошение, обводнение и сельскохозяйственное водоснабжение – 0,3%. Объем оборотной и последовательно используемой воды составляет 75,8% общего производственного потребления.

Иркутская область – территория, на которой расположены крупные производства химического, металлургического, горно-перерабатывающего профиля, которые являются источниками значительного количества загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами в водные объекты (табл. 2). Наибольшее количество поверхностной воды забирают промышленные предприятия (76%) и предприятия ЖКХ (23%). В отношении подземных вод прослеживается обратное соотношение: предприятия ЖКХ потребляют 47%, промышленные предприятия – 40%. Хотя в целом доля подземных вод

**Таблица 1**

Использование водных ресурсов на территории Иркутской области, млн. м<sup>3</sup>

Потребители воды	Забрано воды	Использовано пресной воды	Сброшено сточных вод			
			загрязненных	нормативно чистых	нормативно-очищенных на сооружениях очистки	всего
Всего	1150,7	1008,4	560,9	295,7	90,7	947,4
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	1,0	1,6	–	–	–	–
Добыча полезных ископаемых	61,7	58,9	7,5	4,3	9,0	20,7
Обрабатывающие производства	425,1	390,3	304,1	25,1	76,0	405,1
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	648,5	538,4	236,9	266,3	5,6	508,9
Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	–	–	9,4	–	–	9,4



**Таблица 2**

Содержание наиболее весомых загрязнителей в водах Иркутской области

Загрязнители	2000	2005	2008	2009	2010	2010 в % к 2009
Сульфаты, тыс. тонн	71,2	62,2	65,3	54,3	59,7	109,9
Хлориды, тыс. тонн	320,3	288,0	279,3	325,8	353,1	108,4
Аммонийный азот, тонн	2062,1	1280,8	1221,1	1134,4	1163,7	102,6
Нитраты, тонн	7784,2	20041,9	9830,6	10060,8	9328,8	92,7
Жиры и масла, тонн	1055,0	831,5	730,3	773,8	328,6	42,5
Фосфор, тонн	566,0	613,7	736,9	696,9	604,5	86,7
Ртуть, кг	98	113	19	12	8,8	73,3

в водоснабжении городов невелика и составляет: Иркутск – 2%; Ангарск – 2%; Усолье-Сибирское – 0,3%; Братск – 16%; Усть-Илимск – 11%. Города Черемхово и Шелехов используют только поверхностные воды из Братского и Иркутского водохранилищ [1]. Вопрос организации водоснабжения подземными водами таких приангарских городов, как Ангарск, Усолье-Сибирское, Черемхово, Братск, Усть-Илимск, жизненно важен, учитывая сложившееся и прогнозируемое загрязнение реки Ангары, Братского и Усть-Илимского водохранилищ. Проблема обостряется тем, что даже территория разведанных месторождений подземных вод постепенно застраивается садоводствами, турбазами, зонами отдыха, что также является показателем неэффективности использования природных ресурсов.

Предприятия топливно-энергетического комплекса, химии и нефтехимии, металлургического, деревообрабатывающего и целлюлозно-бумажного производств – наиболее водоемкие производства, расположенные на берегах р. Ангаре и ее притоках. Основными загрязняющими веществами сточных вод (помимо специфических, характеризующих промышленные стоки) являются сульфаты, хлориды, фосфор, нитраты, азот аммонийный, нитриты, железо, медь, цинк, хром, фтор, СПАВ, жиры, масла и нефтепродукты [2]. Так, со сброшенными сточными водами в 2009 году поступило:

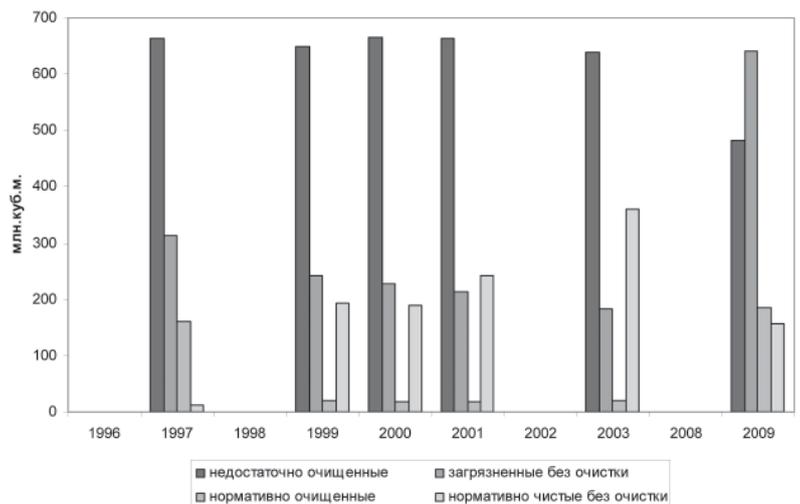
- ◆ сухой остаток – 199,16 тыс.т; БПК полн. – 5,55 тыс.т; взвешенные вещества – 5,88 тыс.т;
- ◆ хлориды – 325,75 тыс.т, сульфаты – 54,30 тыс.т, нитраты – 10,06 тыс.т; азот аммонийный – 1,13 тыс.т; фосфор общий – 0,71 тыс.т;
- ◆ железо – 80,56 т; натрий – 125,17 т; алюминий – 11,05 т; магний – 2,79 т; марганец – 7,19 т; цинк – 4,08 т; медь – 1,82 т; никель – 0,38 т; ртуть – 11,8 кг;
- ◆ фтор – 56,55 т;
- ◆ органические соединения: лигнин сульфатный – 7,13 тыс.т; жиры и масла – 773,81 т; метанол – 128,31 т; нефтепродукты – 81 т;

СПАВ – 41,82 т; хлороформ – 32,94 т; формальдегид – 16,87 т; скипидар – 0,297 т; фенолы – 3,33 т; танин – 0,59 т;

◆ органические сернистые соединения – 0,14 т, сероводород – 0,19 т.

Следует отметить, что 99,5% сточных вод, прошедших через очистные сооружения (рис. 1), не соответствуют предельно допустимым сбросам (ПДС). Очевидно, причины ненормативной очистки тривиальны: перегрузка очистных сооружений (по гидравлике и концентрации загрязняющих веществ); устаревшая технология очистки; моральное и физическое старение очистных сооружений.

В поверхностные водные объекты Иркутской области в 2009 году сброшено следующее количество сточных вод: в бассейн р. Ангара – 892,41 млн. м<sup>3</sup>; в бассейн оз. Байкал – 4,6 млн. м<sup>3</sup>; в бассейн р. Лена – 18,98 млн. м<sup>3</sup>. Наблюдаемое уменьшение поступления сточных вод в бассейн оз. Байкал объясняется временным прекращением сброса сточных вод в озеро с 05.09.2008 г. на ОАО «Байкальский ЦБК». Значительное снижение количества сброшенной сточной воды в бассейн р. Лена связано с наблюда-



**Рис. 1.** Показатели водоотведения.



емом в отчетном году низким объемом промывки золотосодержащих песков на месторождениях, расположенных на водосборах Лена-Витим и Лена-Олекма, на дражных полигонах, карьерах, шахтах, участках раздельной добычи, отвалах месторождений. Кроме того, имело место уменьшение количества разрабатываемых участков, а также снято с учета три предприятия – ЗАО "Чаразото", ООО "Даксиб", ООО "Громовский" [2]. В водных потоках многие химические элементы мигрируют преимущественно во взвешенной форме, что сказывается на мутности воды. Вместе с тем, появление небольшого количества техногенной взвеси с очень высокими массовыми содержаниями химических элементов также приводит к значительному загрязнению, однако в этих случаях в периоды увеличения мутности (например, половодье) может регистрироваться уменьшение загрязнения. Общая концентрация химических элементов в растворенной форме, складывающаяся из суммы неорганических и органических компонентов, в условиях загрязнения определяется, прежде всего, степенью разбавления речной водой поступающих стоков, а также взаимодействием в системе «вода – биота – твердое вещество». Химические элементы, связанные с взвешенным веществом, могут присутствовать в виде геохимически подвижных форм: сорбированных, связанных с органическим веществом, гидроксидами железа и марганца, карбонатами; и в виде неподвижных форм – сульфидов, силикатов, входят в состав решеток неразложившихся обломочных и глинистых минералов (кристаллическая форма). Все эти формы выявляются фазовым химическим анализом [3, 4]. Таким образом, влияние городов на водные системы определяется тремя основными факторами [5]: 1) вовлечением во влагооборот больших масс воды, которые после их

использования, приобретая иной химический состав, сбрасываются в гидрографическую сеть; 2) климатическими изменениями, связанными с загрязнением атмосферы, нарушением теплового режима и воздушной циркуляции; 3) изменением условий формирования стока и характера русловых процессов.

Водоподача и водоотведение составляют главные элементы водного баланса городских территорий, резко изменяя его природные составляющие. Городские территории отличаются принципиально иным характером эрозии и увеличением твердого стока. Территории городов оказывают влияние на характер русловых процессов из-за целенаправленного преобразования морфологии русел, берегов и пойм за счет мелиорирования территории, канализации или засыпки отдельных ее участков, создания каналов, плотин и других гидротехнических сооружений.

Специфический гидрологический режим, определяемый характером водного баланса и источников загрязнения, а также своеобразие руслового процесса в условиях города приводят к изменению геохимического облика водных систем в зоне его воздействия, что проявляется в преобразовании (изменение основных физико-химических параметров воды и донных отложений, трансформация гидробиоценозов) и формировании техногенных потоков рассеяния химических элементов в различных компонентах водных систем. В результате техногенного рассеяния происходят резкие изменения основных физико-химических и биологических параметров водных систем. Главное изменение водных масс, связанное с воздействием городов, проявляется в перестройке их гидрохимического облика не только типа и группы, но даже класса воды. На сравнительно небольшой и однородной в ландшафтном отношении территории наблюдается резко выраженная мозаичность гидрохимического состава воды. Подобная ситуация в природных условиях практически не фиксируется. Трансформация состава вод происходит на общем фоне заметного возрастания минерализации воды, связанного с увеличением содержания хлоридов, сульфатов, калия, фосфатов, соединений азота и натрия. Увеличение количества дисперсных частиц (мутности) – один из показателей техногенного воздействия. Более того, в условиях повышенных температур токсическое воздействие некоторых металлов может быть более острым и быстрым, происходит более активное включение их в пищевую цепь. Синтетические органические соединения

(фенолы, нефтепродукты, СПАВ и др.) оказывают огромное влияние на миграцию химических элементов, что провоцирует негативные экологические последствия.

Существенные изменения отмечаются и в другом важнейшем компоненте водных систем – донных отложениях, определяющих многие важные черты качественных характеристик природных вод. В водоемах и водотоках в зонах влияния городов отмечаются своеобразные донные отложения – техногенные илы, для которых характерны тонкодисперсный состав, повышенная пластичность, иногда желеобразная консистенция, наличие частиц техногенного происхождения, маслянистость, специфический запах (фекальный, нефтяной, сероводородный), окраска темных и пепельных тонов. Качественные и количественные характеристики потоков будут определяться технологическим режимом источников загрязнения.

## Заключение

**В**одные ресурсы Иркутской области являются одним из наиболее ценных природных богатств, поэтому проблема рационального природопользования не утратила своей актуальности. Очевидно, что решение данного вопроса зависит, главным

образом, от государственного контроля за соблюдением нормативно-правовых документов и технологических процессов рационального природопользования с учетом экологических особенностей региона.

## Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2010 году». – Электронный ресурс. 125 с.
2. Ежегодники качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохраных мероприятий по территории деятельности Иркутскгидромета за 1993-2005 гг. в II-х чч.
3. Геохимия окружающей среды / Ю. Е. Сагет, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
4. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. 4th Edition. – Boca Raton, FL: Crc Press, 2010. – 548 с.
5. Мусихина Е.А. Оценка водных ресурсов территории Иркутской области / Е.А. Мусихина, О.М. Мусихина // Современные наукоемкие технологии. Москва, 2010. № 6. С. 95-104.



E.A. Musikhina, V.V. Verkhoturov

## ANTHROPOGENIC IMPACT ON WATER RESOURCES IN IRKUTSK REGION

The characteristic of water resources in the Irkutsk region, taking into account hydrological and ecological features of the region has been carried out. The problems of anthropogenic load on the quality and quantity of water resources have been discussed.

**Key words:** water resources, anthropogenic impact, pollution