

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ АЛТАЙСКОГО КРАЯ В ЦЕЛЯХ ОПТИМИЗАЦИИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В.Г. Ведухина, И.Н. Ротанова

Изложена методика средне- и крупномасштабного водно-экологического картографирования, ее апробация на примере территории Алтайского края и г. Барнаула и возможность применения при планировании и обосновании водоохранных мероприятий.

Рациональное использование и охрана водных объектов, согласно Общей федеральной схеме комплексного использования и охраны водных ресурсов Российской Федерации, предусматривает, во-первых, анализ современного качества воды и экологического состояния водных объектов, во-вторых, антропогенной нагрузки, осуществляемой на территорию водосборных бассейнов и на водные объекты. Изучение уровня загрязнения поверхностных вод и факторов, формирующих качество воды, является необходимой основой для разработки комплекса социальных, экологических и технико-экономических мероприятий по охране вод, принятия решений в области регулирования взаимодействия водопользователей.

Одним из важнейших инструментов и элементов водно-экологического анализа территории является карта. Высокая информативная емкость картографических материалов, достигаемая при использовании комплексной легенды, эффективной знаковой системы, наглядность и доступность карт для непосредственного восприятия, пространственного анализа и обобщения, новые возможности картографического метода исследования на основе развития информационных технологий и математико-картографического моделирования делают его незаменимым в процессе разработки, реализации и контроля водопользования и водоохранной деятельности.

Водно-экологическое состояние территории Алтайского края частично рассматривается в ряде экологических и природоохранных карт разного пространственного охвата и масштаба. К их числу можно отнести ряд неопубликованных, содержащихся в отчетах НИР: «Ландшафтно-экологическую карту Алтайского края», карту «Современных ландшафтов и воздействия на природу в бассейне р. Алей», карту «Источников загрязнения р. Оби вблизи г. Барнаула», схему «Границ водоохранных зон и прибрежных защитных полос р. Обь в черте г. Барнаула»,

кату-схему «Эколого-гидрологического районирования Алтайского края». По заказу Комитета по природным ресурсам Алтайского края создан ГИС-проект, позволяющий осуществлять отдельные виды мониторинга водных ресурсов Алтайского края и содержащий как картографические материалы, так и электронную базу данных [1].

Продолжением работ водно-экологической тематики для целей управления является создание серии средне- и крупномасштабных карт на территорию Алтайского края с использованием программных средств Arc-View.

Задачей создания среднемасштабных карт является картографическая оценка уровня загрязнения поверхностных вод на основе данных гидрохимических стационарных наблюдений, с одной стороны, и картографическое отображение и анализ факторов, определяющих качество поверхностных вод, к которым относятся, в первую очередь, антропогенная нагрузка на реки и водосборные бассейны, и процесс самоочищения водных экосистем – с другой. Среднемасштабное водно-экологическое картографирование осуществляется, как правило, на региональном уровне. Масштаб топографической основы тематических слоев от 1: 100 000 до 1:500 000.

Целью крупномасштабного картографирования является санитарно-гигиеническая оценка качества поверхностных и питьевых вод на уровне отдельных населенных пунктов по основным гидрохимическим и бактериологическим данным, с отображением основных источников загрязнения поверхностных и питьевых вод. Крупномасштабный уровень водно-экологического картографирования позволяет детализировать состояние поверхностных и питьевых вод на локальном уровне и служить непосредственной основой для разработки и принятия решений по регулированию водопользовательской деятельности и снижению нагрузки на поверхностные

воды. Масштаб топографической основы тематических слоев от 1: 100 000 и крупнее.

Методические основы среднемасштабного водно-экологического картографирования. Предлагаемая нами серия среднемасштабных водно-экологических карт включает: 1) «адресную» карту; 2) карту качества поверхностных вод; 3) карту условий самоочищения поверхностных вод; 4) карту антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны

Адресная карта является инвентаризационной и отображает: административное деление и населенные пункты; водоотведение предприятий; гидрографию; границы водосборных бассейнов; пункты мониторинга поверхностных вод.

В атрибутивные таблицы данных включается следующая информация: статистические данные по населенным пунктам и административным районам (численность населения, типы населенных пунктов, количество внесенных удобрений и ядохимикатов, поголовье скота); данные по водоотведению (объемы водоотведения, степень очистки сточных вод, классы опасности предприятий); данные по гидрологическим постам (средне-многолетние расходы воды, средне-многолетняя температура за три летних месяца); данные по гидрохимическим постам (значения гидрохимических и физических показателей качества воды; ПДК, нормативные значения показателей); данные по водосборным бассейнам (площади бассейнов, доля площади пашни в общей площади бассейна, средне-многолетние модули поверхностного стока). Адресная карта является основой для дальнейших оценочных карт.

Карта качества поверхностных вод отображает классы качества поверхностных вод с помощью комплексного показателя – гидрохимического индекса загрязнения воды (ИЗВ), рассчитанного согласно [2]. ИЗВ приурочен к гидрохимическим пунктам мониторинга поверхностных вод и отображается с помощью локализованных нарастающих значков.

Карта условий самоочищения вод отображает ситуацию, сложившуюся как за счет трансформации неконсервативных (в основном органических) загрязняющих веществ, так и за счет разбавления загрязнений. Условия трансформации определяются, исходя из средней температуры воды за три летних месяца и интенсивности перемешивания воды в реке, разбавление загрязнения определяется водностью реки [3]. Условия

самоочищения отображаются с помощью линейных знаков вдоль по течению реки.

Методика создания карты антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны включает следующие этапы.

Первый этап. Оценка антропогенной нагрузки на поверхностные воды. Этот этап подразделяется на четыре ступени.

1. Определение объектов исследования и картографирования. В качестве объектов исследования выступают реки различных порядков (от 2-го до 8-го порядка согласно нисходящей классификации Хортона-Штралера) и озера Алтайского края.

2. Определение источников загрязнения. При оценке прямого загрязнения поверхностных водных объектов Алтайского края используются данные по следующим источникам загрязнения: предприятия различных отраслей хозяйства, от которых водоотведение осуществляется через дренажно-коллекторную сеть в реки и озера и статистически фиксируется в форме 2ТП-Водхоз; населенные пункты, не предоставляющие статистических данных по коммунально-бытовому водоотведению, относящиеся к категории «город», «поселок городского типа», расположенные на территории водосбора и «на реках»; населенные пункты, не предоставляющие статистических данных по коммунально-бытовому водоотведению, относящиеся к категории «поселок сельского типа» и «прочие» населенные пункты, расположенные «на реке».

3. Выбор показателей оценки. В качестве основных количественных показателей, характеризующих антропогенную нагрузку на поверхностные воды Алтайского края, используются объемы сброса сточных вод по отдельным предприятиям и населенным пунктам, валовый объем и структура сточных вод в замыкающих створах рек.

Балльная оценка антропогенной нагрузки на поверхностные воды осуществляется на основе ранжирования значений коэффициентов разбавления сточных вод. Расчет коэффициентов разбавления был сделан по стандартной формуле [4], но для объемов сброса сточных вод введен весовой коэффициент, связанный с классом опасности предприятия. Коэффициент изменяется в интервале от 1 (5 класс опасности) до 5 (1 класс опасности) и позволяет редуцировать объем сточных вод по вредности оказываемого воздействия.

На основе данного показателя производится оценка прямого загрязнения поверхно-

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ АЛТАЙСКОГО КРАЯ В ЦЕЛЯХ ОПТИМИЗАЦИИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

стных вод, выражаемая в баллах, что позволяет реализовать принцип сопоставимости с остальными оценочными показателями.

4. Разработка условных обозначений и оценочных шкал. Объемы сброса сточных вод по отдельным предприятиям и населенным пунктам отображаются с помощью локализованных нарастающих значков.

Ранжирование объемов сброса производится на основе семиинтервальной оценочной шкалы. Верхняя граница оценочной шкалы отсутствует. Для того, чтобы сделать эту шкалу применимой и для других территорий, при определении интервалов учитывался размах вариации объемов водоотведения сточных вод не только по Алтайскому краю, но и в целом по России. Этот принцип применялся и при разработке всех остальных шкал, в том числе, при оценке косвенного загрязнения.

Структура сточных вод отображается в виде круговой диаграммы, где по секторам указана доля промышленных, коммунально-бытовых и прочих сточных вод. Диаметр диаграммы пропорционален валовому количеству сточных вод. Балльная оценочная шкала включает шесть интервалов. Верхняя граница оценочной шкалы отсутствует.

Второй этап. Оценка антропогенной нагрузки на водосборные бассейны. Этот этап также подразделяется на четыре ступени.

1. Определение объектов исследования и картографирования. В качестве объектов исследования выступают водосборные бассейны Алтайского края.

2. Определение источников загрязнения. При оценке загрязнения территории водосборных бассейнов использовались данные по следующим основным источникам загрязнения: предприятия, осуществляющие сброс сточных вод в отстойники, поля фильтрации, поля орошения, накопители, населенные пункты (за исключением тех, которые оказывают прямое воздействие на поверхностные воды); сельхозугодия; животноводство.

3. Выбор показателей оценки. Антропогенная нагрузка на территорию водосборов Алтайского края оценивается с помощью следующих количественных показателей: суммарное водоотведение сточных вод от населенных пунктов и предприятий; суммарное водоотведение сточных вод от животноводства; суммарное внесение органических, минеральных удобрений и ядохимикатов на сельхозугодия.

На основе ранжирования удельных значений количественных показателей, рассчи-

танных на единицу площади всего водосборного бассейна (для населенных пунктов, предприятий и животноводства) и на единицу площади сельхозугодий* (для остальных показателей) водосборных бассейнов, производится оценка антропогенной нагрузки на водосборные бассейны, выражаемая в баллах.

4. Разработка условных обозначений и оценочных шкал. Для отображения количественной и балльной информации используется способ картограмм.

При ранжировании объемов сброса сточных вод от населенных пунктов, предприятий и животноводства применяется та же шкала, что и для оценки сброса сточных вод на первом этапе оценки.

Для оценки внесения удобрений и ядохимикатов используются отдельные шкалы, состоящие из семи интервалов.

При балльной оценке удельные значения показателей разбиваются на пять интервалов, каждому из которых присваиваются баллы.

Балльные оценки, полученные по итогам первого и второго оценочных этапов, качественно отображают уровень антропогенной нагрузки на поверхностные водные объекты и водосборные бассейны.

Временное осреднение при среднемасштабном картографировании. Инвентаризационные и оценочные карты отображают: среднемноголетние значения показателей, максимальные значения за оцениваемый период, среднегодовые значения показателей.

Методика крупномасштабного водно-экологического картографирования. Объектом картографирования на крупномасштабном уровне исследования являются поверхностные воды и поверхностные питьевые воды (перед поступлением в распределительную сеть) в административных границах населенных пунктов или в границах бассейнов малых рек, если населенный пункт занимает большую часть бассейна.

Процедура создания карты состоит из несколько этапов: 1. Построение адресной основы. Адресно-инвентаризационная основа включает: топографическую информацию (населенные пункты, дорожно-транспортная сеть, административные границы, гидрография); пункты мониторинга поверхностных и питьевых вод; пункты водозабора поверхно-

*В расчетах учитывается только площадь пашни, поскольку внесение удобрений и ядохимикатов при проведении работ по коренному улучшению естественных кормовых угодий незначительно.

стных вод; пункты водоотведения сточных вод предприятиями, с указанием объема водоотведения и степени очистки сточных вод; очистные сооружения; водоохраные зоны.

2. Оценка уровня загрязнения поверхностных и поверхностных питьевых вод. Этот этап включает несколько ступеней:

2.1. Определение объектов исследования и картографирования. В качестве объектов исследования выступают поверхностные и поверхностные питьевые (при поступлении в распределительную сеть населенного пункта) воды в административных границах населенного пункта.

2.2. Выбор показателей оценки. В качестве основного показателя применяется комплексный показатель уровня загрязнения поверхностных вод, разработанный в НИИ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана [5]. Этот показатель позволяет выполнить гигиеническую классификацию водоемов, используемых для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения и рекреации по четырем критериям (органолептическому, санитарному, санитарно-токсикологическому и эпидемиологическому), которые выступают в качестве лимитирующих при данных видах водопользования. Каждому уровню загрязнения соответствуют социально-гигиенические указания, касающиеся возможности использования водоема населением.

В дополнение к комплексному показателю на карте отображается кратность превышения ПДК по отдельным показателям. Количество показателей может быть различным. Критерии отбора – наибольшее превышение ПДК и норм, класс опасности вещества и ЛПВ (лимитирующий признак вредности, который проявляется при наименьшей концентрации вещества). Обязательными показателями (независимо от кратности превышения нормы) являются БПК-5 и ХПК. Эти показатели позволяют судить о наличии в воде ряда легкоокисляемых органических и неорганических загрязнителей.

Для питьевых вод в качестве дополнительных используются физические и химические показатели, влияющие на органолептические свойства воды, значения которых превышают норму.

Для оценки бактериологического загрязнения поверхностных вод используется четыре показателя: ОКБ – общие колиформные бактерии (или лактозоположительные кишечные палочки), ТKB – термотолерантные колиформные бактерии, колифаги и патогенная микрофлора. Первые два показателя явля-

ются индикаторными микробиологическими показателями, характеризующими уровень фекального загрязнения и степень вероятности присутствия возбудителей бактериальных кишечных инфекций. Колифаги относятся к бактериальным вирусам, которые являются индикаторами возможного вирусного загрязнения воды. Показатель «патогенная микрофлора» позволяет учесть наличие в воде возбудителей инфекционных заболеваний.

Для поверхностных питьевых вод в качестве дополнительного используется показатель «общее микробное число» (ОМЧ) – критерий бактериологической загрязненности воды, который основывается на подсчете общего числа образующих колонии бактерий.

В качестве показателей, регламентирующих безвредность химического и бактериального состава питьевой воды и ее благоприятные органолептические свойства, используются ПДК и нормативы СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Для поверхностных вод используются нормы, указанные в СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» и ПДК для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [6].

Временное осреднение при крупномасштабном картографировании проводится по тому же принципу, что и при среднемасштабном картографировании.

Апробация методики. 1.1. Апробация методики среднемасштабного водно-экологического картографирования. На основе данных 2000-2002 гг. проведена картографическая оценка территории Алтайского края, которая позволила оценить уровень загрязнения поверхностных водных объектов и роль природных и антропогенных факторов (антропогенной нагрузки на поверхностные воды и водосборные бассейны и условия самоочищения поверхностных вод) в формировании качества поверхностных вод. Составленные карты позволяют отобразить как динамику показателей, так и среднемноголетние значения с выделением максимальных величин.

Анализ оценочных карт, построенных по среднемноголетним данным, показал, что наиболее неблагоприятная обстановка характерна для таких рек, как Барнаулка (в устьевой части), Чарыш (в районе с.Чарышского), Обь (ниже г.Барнаула) и Алей (ниже г.Рубцовска и Алейска). ИЗВ этих вод-

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ АЛТАЙСКОГО КРАЯ В ЦЕЛЯХ ОПТИМИЗАЦИИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ных объектов изменяется в диапазоне от 2 до 4, что соответствует четвертому классу качества поверхностных вод (загрязненные воды) из возможных семи. Картографирование антропогенной нагрузки на поверхностные водные объекты (рис.1), учитывающие количество и структуру водоотведения (рис.2) и на водосборные бассейны, позволило говорить о том, что средний уровень загрязнения поверхностных вод по этим рекам определяется средним уровнем антропогенной нагрузки на водосборные бассейны (11-15 баллов) и средними значениями антропогенной нагрузки на поверхностные водные объекты (3 балла).

Исключение представляет Барнаулка и Чарыш. Уровень антропогенной нагрузки на поверхностные воды этих рек низкий (1 и 2 балла). Для Чарыша также характерен низкий уровень антропогенной нагрузки на водосборные бассейны (6-10 баллов). Причиной несоответствия уровня загрязнения воды и уровня антропогенной нагрузки является то, что оценка антропогенной нагрузки проводилась для всей реки, а индекс загрязнения рассчитан только для отдельных участков. Кроме того, на данном этапе проведения оценки не учитывается возможность поступления загрязняющих веществ с водосборных бассейнов в водные объекты.

Остальные водные объекты, на которых проводился гидрохимический анализ, имеют класс умеренно загрязненных (Бия, Чумыш, Обь в районе с.Фоминское, Каменка, Чумыш) и чистых (Ануй) вод, что определяется средним уровнем нагрузки на водосборные бассейны (11-15 баллов) и низким уровнем ан-

тропогенной нагрузки на поверхностные водные объекты (1-2 балла). Исключением является Бия (в нижнем течении), где уровень антропогенной нагрузки оценивается в 3 балла.

Несмотря на отсутствие данных мониторинга качества поверхностных вод для бессточной области и бассейнов Кулунды и Кучука, основываясь на анализе факторов, определяющих качество поверхностных вод, можно предположить, что уровень загрязнения поверхностных вод имеет в этих районах средние значения, и по классу качества поверхностные воды этих бассейнов относятся к умеренно-загрязненным и загрязненным. Для более точной оценки качества воды по косвенным данным (в первую очередь по антропогенной нагрузке) в дальнейшем планируется произвести картографическую оценку возможности поступления загрязняющих веществ с водосборных бассейнов в водные объекты.

1.2. Апробация методики крупномасштабного водно-экологического картографирования. На основе осредненных данных за 2000-2004 гг. проведена картографическая оценка уровня загрязнения поверхностных в т.ч. и поверхностных питьевых вод г. Барнаула. Основным источником водоснабжения г. Барнаула, который используется различными водопользователями в питьевых, хозяйственно-бытовых, технических, рекреационных целях, является р. Обь. К основным водоприемникам сточных вод относятся также ее притоки, протекающие в черте города – Барнаулка, Пивоварка, Власиха и руч. Сухой Лог.

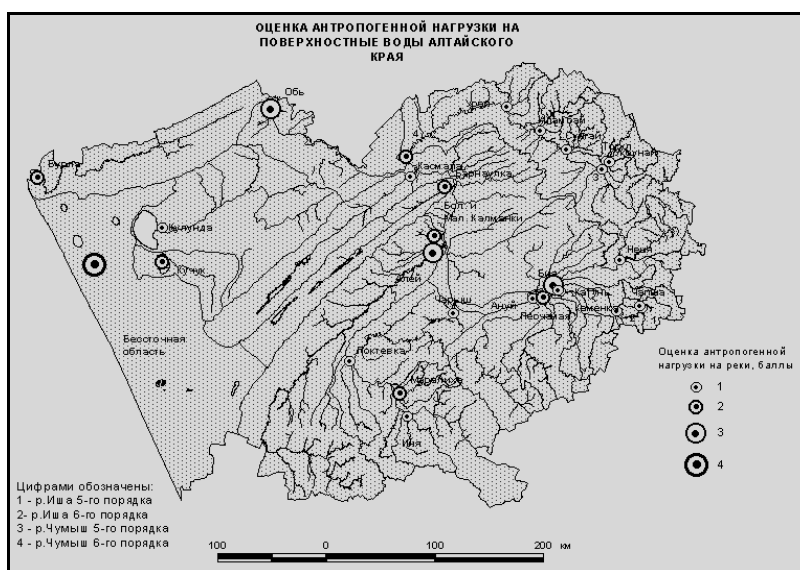


Рис. 1. Оценка антропогенной нагрузки на поверхностные воды Алтайского края

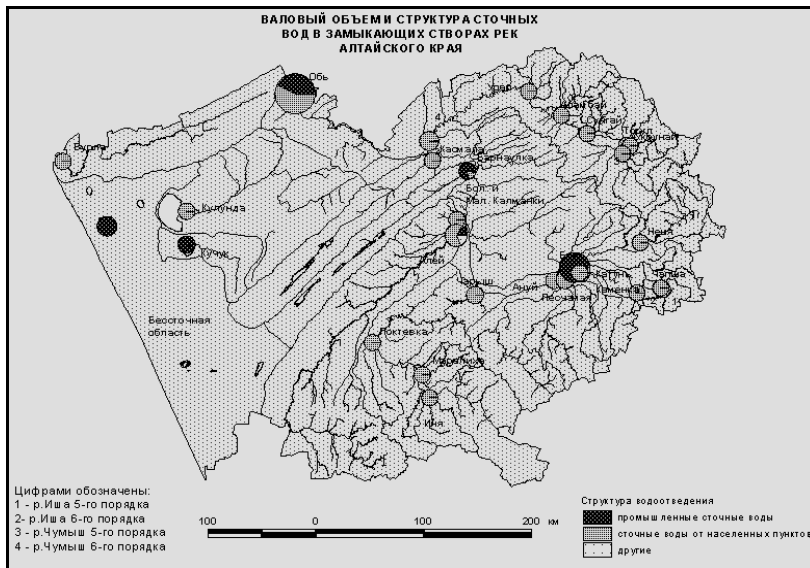


Рис. 2. Валовой объем и структура сточных вод в замыкающих створах рек Алтайского края

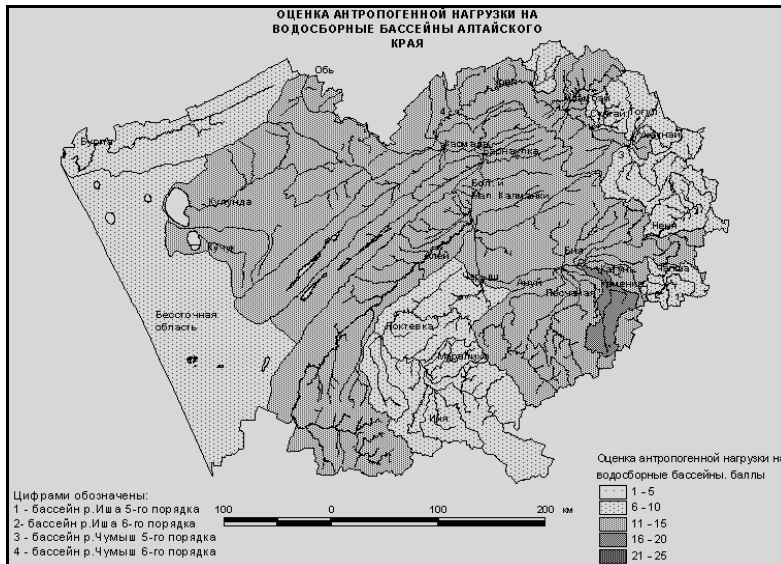


Рис. 3. Оценка антропогенной нагрузки на водосборные бассейны Алтайского края

Адресно-инвентаризационная карта качества поверхностных вод г. Барнаула отображает наиболее крупные источники загрязнения поверхностных вод (по данным 2 ТП-Водхоз), к которым относятся промышленные предприятия и коммунальные очистные сооружения (КОС), осуществляющие сброс неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод.

По осредненным за 2000-2004 гг. объемам водоотведения в р. Обь первое место занимают КОС1 – 51404 тыс. м³, КОС2 – 46324 и ТЭЦ 2 – 11229 тыс. м³. Кроме того, по количеству сточных вод и низкому уровню их очистки выделяются такие предприятия, как: ОАО «Барнаулский шинный завод», сбрасывающий в среднем ежегодно 3092 тыс.

м³ сточных вод без очистки, ОАО «Алтайский Моторный завод» – 429, ЗАО «Комбинат Химических волокон» – 2497, ОАО «Хлопчатобумажный комбинат» – 144, из которых большая часть – 98 отводятся без очистки, а остальные – недостаточно очищенными, АО «Барнаултрансмаш» – 270, включая 22 неочищенных и 205 недостаточно очищенных сточных вод). Эти предприятия осуществляют сброс в р. Обь.

Предприятия «Кристалл», «Алтайский завод агрегатов» и «Ротор» осуществляют сброс сточных вод в Барнаулку в объемах 15, 75 и 356 тыс. м³. При этом, первые два предприятия сбрасывают сточные воды без очистки. Поступление загрязняющих веществ в Пивоварку, Сухой Лог и Власиху определяет-

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ АЛТАЙСКОГО КРАЯ В ЦЕЛЯХ ОПТИМИЗАЦИИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ся поверхностным стоком с территории города и ливневыми стоками с АЗС, автостоянок, гаражных кооперативов, дорог, свалок, хозяйственных стоков частного сектора [7].

Высоким уровнем загрязнения характеризуется р. Барнаулка. Увеличение количества источников загрязнения к устью реки приводит к ухудшению ее качества по гидрохимическим и бактериологическим показателям. Если в районе Сухого Лога по гидрохимическим показателям наблюдается превышение ПДК в 1-5 раз по БПК-5 (в 30% проб), ХПК (в 100% проб) и нефтепродуктам (в 7% проб), а по бактериологическим показателям доля проб, превышающих ПДК в 10 раз, составляет 40 и 27% по ТКБ и колифагам (соответственно), то ниже устья р. Пивоварка превышение ПДК наблюдается также по аммиаку (доля проб превышающих ПДК в 1-5 раз составляет 53%), а по нефтепродуктам процентное количество проб, превышающих ПДК, увеличивается до 20%. В то же время, по бактериологическим показателям ситуация становится еще более критической, поскольку доля проб, превышающих 10 ПДК, увеличивается: по ТКБ до 100%, по колифагам до 60% и по ОКБ до 55%. К устью ситуация улучшается, но незначительно по причине низких расходов реки (среднегодовые расходы – 1,3 м³/с), которые не обеспечивают необходимого разбавления сточных вод. Лидирующее место по вкладу в загрязнение р. Барнаулки занимает бассейн р. Пивоварки. Со стоком р. Пивоварки в р. Барнаулку поступает 44-61% минеральных ионов, 45-69% биогенных элементов, 50-60% органических веществ [5]. Высокие и чрезвычайно высокие значения показателей с санитарным, органолептическим и эпидемиологическим ЛПВ делают невозможным использование Барнаулки (от устья Сухого Лога) в рекреационных и хозяйственно-питьевых целях.

Наиболее благополучная обстановка характерна для р. Обь в районе 1-го и 2-го водозаборов. В ста процентах проб гидрохимические показатели не превышают ПДК (за исключением БПК₅ и СПАВ в районе первого водозабора). Превышение норм по бактериальным показателям происходит по ТКБ и колифагам, причем, превышение ПДК более, чем в 10 раз наблюдается только в 5-3% проб по ТКБ и 3-14% по колифагам. Ухудшение качества воды наблюдается ниже по течению, в первую очередь, по бактериологическим показателям. В районе береговой насосной станции КХВ наблюдается значительное превышение (в 1-5 раз) ПДК по свинцу и

ХПК, ниже по течению показатели ХПК превышают норму уже более, чем в 10 раз. Рекреационное и хозяйственно-питьевое использование данных участков Оби недопустимо в связи с высокой эпидемиологической опасностью и вредностью, хотя по санитарным, санитарно-токсикологическим и органолептическим критериям вода соответствует требованиям данных видов водопользования.

Качество питьевой воды при поступлении в распределительную сеть по бактериологическим показателям соответствует нормативам, из химических показателей превышение наблюдается по остаточному хлору и кадмию (в 10% проб).

Разработанная серия среднemasштабных и крупномасштабных водно-экологических карт может служить основой планирования направленной водоохранной деятельности, которая на региональном уровне должна ориентироваться на снижение антропогенной нагрузки по отдельным факторам (с учетом их территориального сочетания), оказывающим неблагоприятное прямое и опосредованное воздействие на поверхностные воды. Конкретизация мероприятий для отдельных предприятий и источников диффузного загрязнения должна осуществляться с использованием крупномасштабных карт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Широкова С.Л. Основы построения ГИС управления природопользованием. – Барнаул, 2003. – 188 с.
2. Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод. Утв. Госкомгидрометом СССР 22.09.1986 г. № 250-1163. – М.: 1986. – 5 с.
3. Скорняков В.А. и др. Картографирование условий самоочищения природных вод // Вест. Моск. ун-та. Сер.5. География. – 1997. – №5.–С.62-66.
4. Стурман В.И. Экологическое картографирование. – М.: Аспект Пресс, 2003. – 215 с.
5. Новиков Ю.В. и др. Использование комплексных показателей при разработке гигиенических классификаций водоемов по степени их загрязнения // Гигиена и санитария. – 1984. – № 6. – С. 11-13.
6. Контроль химических и биологических параметров окружающей среды / Под ред. Л.К. Исаева. – СПб., 1998. – 896 с.
7. Проект водоохраных зон и прибрежных защитных полос р. Обь, Барнаулка, Власиха, Пивоварка в пределах земель города Барнаула.– Барнаул: ИВЭП СО РАН, 2002. – 139 с.