

М. Ф. АНДРЕЙЧИК

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДОТОКОВ БАСЕЙНА ВЕРХНЕГО ЕНИСЕЯ (РЕСПУБЛИКА ТЫВА)**

*Несовершенство технологий сельскохозяйственного производства, очистных сооружений, депонирования токсичных отходов и хорошая водопроницаемость почвогрунтов способствуют загрязнению гидросферы различными веществами, в том числе нитратами, кадмием и свинцом с концентрациями, превышающими предельно допустимые, вероятностью соответственно 1,0; 1,0 и 0,2.*

*Imperfection of agricultural production practices, treatment facilities, disposal of toxic waste, and good water permeability of soils promote pollution of the hydrosphere with various substances, including nitrates, cadmium, and lead, with concentrations in excess of maximum allowable ones, and their probability of 1.0, 1.0, and 0.2, respectively.*

В Республике насчитывается 15 329 рек, около 6 720 озер с площадью зеркала более 1084 км<sup>2</sup>, четыре водосема сезонного регулирования общим объемом 10,9 млн м<sup>3</sup>. Здесь расположена также хвостовая часть водохранилища Саяно-Шушенской ГЭС с площадью акватории 262 км<sup>2</sup>. Главная река — Енисей с объемом стока, формирующегося на территории Тывы, 39 596,6 млн м<sup>3</sup>, а поступающего на нее 3973,5 млн м<sup>3</sup>.

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД**

Химический состав и характерные черты гидрохимического режима поверхностных вод обусловлены комплексом природных факторов, основные из которых — климатические условия, геоморфологическое и геологическое строение территории, характер почв и растительного покрова. Территория отличается большим разнообразием физико-географических и микроклиматических условий. Природные воды имеют резко выраженный гидрокарбонатный характер, их минерализация не превышает 500–600 мг/л с сезонными изменениями в период паводков и половодья.

Главные источники загрязнения водоемов — предприятия сельского хозяйства и промышленные объекты. Поскольку в санитарной зоне озер и рек (500 м от берега) располагаются фермы животноводческих хозяйств, то основные нарушения связаны с загрязнением береговой полосы навозом, который складывается в непосредственной близости от уреза воды. Загрязнение водоемов возможно также с заброшенных старых складов, предназначенных для хранения удобрений и ядохимикатов, не пригодных к использованию.

К нарушению экологических требований следует отнести распахивание береговой зоны, расположение чабанских стоянок овцеводческой отрасли аграрно-производственного комплекса в непосредственной близости от водоема. Серьезную опасность представляют и несанкционированные свалки промышленных и бытовых отходов, составляющие 28 % от общего количества. Почти 16 % таких объектов расположено ближе 100 м от уреза воды и, как правило, в отрицательных формах рельефа — понижениях, балках, лощинах, т. е. в самых нежелательных с гидрологической точки зрения местах. Река Элегест загрязняется никелем, медью, висмутом и мышьяком, поступающими из прудовых захоронений, накопленных за 30-летний период работы комбината «Тувакобальт».

Основными источниками загрязнения верховья Енисея являются Ырбанский леспромхоз, нефтебазы поселков Тоора-Хем и Ырбан. В отдельные годы в большинстве рек и водоемов этой территории, особенно в районе г. Кызыла, максимальные концентрации нефтепродуктов достигали 24 ПДК. В поверхностных водах обнаружен ряд токсичных элементов, причем повторяемость содержания нитратов выше ПДК в пробах из всех водных объектов Республики (реки, малые реки, пруды, водохранилища, оросительные

системы, сточные воды орошения, снеговая вода) составляет 100 %, кадмия — 50–100, свинца — 10–50, железа и марганца — 0,9–25, кобальта — 0,9–50, мышьяка — 3,5 % (только в малых реках).

Проектная мощность очистных сооружений «Водоканала» рассчитана на 16 тыс. м<sup>3</sup>/сут, фактический же сброс в 1991 г. составил 24,9 м<sup>3</sup>/сут, в 1992 г. — 26,5, в 2002 г. — 31,2, в 2004 г. — около 40 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Определяемые загрязняющие вещества — БПК (биохимическое потребление кислорода), аммоний, нитраты, нефтепродукты, СПАВ (синтетические поверхностно-активные вещества), взвешенные вещества — в несколько десятков раз превышают предельно допустимый сброс. Аналогичные недостатки наблюдаются на очистных сооружениях кооператива «Жилье» ТПРСО Автодора, Тывинских электрических сетей, мясокомбината и др. Источниками загрязнения рек являются речной флот и скопление по берегам и островам (Вавилинский затон) древесины и ее отходов.

Индекс загрязнения воды (ИЗВ) Енисея в 7 км ниже черты города в 1986 г. составил 2,6, в 1987 г. — 2,72, в 2003 г. — 3,12, поверхностные воды отнесены к III классу качества — умеренно загрязненные. В 1999 г. ИЗВ составил 4,20 — IV класс, в 1990 г. — 5,24, а в 2003 г. — 5,93, V класс качества — грязные. Оценка качества произведена по трем ингредиентам — меди, фенолам и нефтепродуктам. За период 1991–2003 гг. загрязнение этими веществами в отдельные годы составляло 203, 25 и 6 ПДК соответственно.

Периодически в р. Улуг-Хем выявляются фенолы — до 250 ПДК, принятых для рыбохозяйственных водоемов первой категории, нефтепродукты — до 46, цинк — до 1, молибден — до 26 ПДК. Все вещества, превышающие ПДК, — техногенного происхождения, за исключением молибдена, появление которого в реках связано с его выносом с полиметаллических проявлений, расположенных в междуречье Каа-Хема и Бий-Хема (Ондумское медно-молибденовое месторождение). В поверхностных водах обнаружена медь, но ее значения намного ниже ПДК. Теми же ингредиентами загрязнены протоки рек Улуг-Хем, Каа-Хем и Серебрянки. В протоке Енисея в районе Зверофермы минерализация воды достигала 0,42 г/дм<sup>3</sup> (природная 0,15–0,20 г/дм<sup>3</sup>). Содержание нитратов здесь составляет 16 мг/дм<sup>3</sup> при полном отсутствии этого компонента в водах Улуг-Хема.

Таким образом, основными источниками загрязнения поверхностных вод являются предприятия сельского хозяйства и промышленности, а причинами — несовершенство технологий очистных сооружений и хранения токсичных отходов.

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

На формировании подземных вод в Тувинском артезианском бассейне сказывается влияние аридного климата. Их ресурсы здесь в основном формируются в горном обрамлении бассейна, так как атмосферные осадки почти полностью расходуются на испарение. Доля подземных вод для целей водоснабжения и обводнения пастбищ и сенокосов составляет всего 0,2 % всех ресурсов.

Подземные воды отличаются весьма слабой защищенностью и высокой подверженностью загрязнению. Это объясняется тем, что литологический состав грунтов представлен главным образом супесчаными и галечниковыми породами, редко глинами и суглинками, поэтому почвогрунты хорошо проницаемы. Осадки, просачиваясь сквозь пески, супеси и галечники, увлекают за собой с поверхности почвы загрязняющие вещества, накапливающиеся на разных глубинах в зависимости от наличия геохимических барьеров.

Техногенная нагрузка на подземные воды с каждым годом возрастает. Специфические условия водопользования — большое количество частных колодцев и скважин. Ведомственные водозаборы (только в Кызыле, где 60 % жилого фонда составляет частный сектор, отмечено 20 000 вскрытий водоносных горизонтов) при практически полном отсутствии зон санитарной охраны обусловили современное техногенно измененное состояние подземных вод почти во всех городах республики. Наиболее высока вероятность загрязнения вод скважин нитратами и кадмием с концентрациями выше ПДК.

Вблизи фермерских хозяйств загрязнение нитратами составляет 1–4 ПДК, что вызывает общее повышение минерализации на 0,2–0,3 г/дм<sup>3</sup> и изменение химического состава воды. Концентрация нитратов 1,5–2,5 ПДК выявлена в подземных водах вблизи свалок. Недалеко от тепличных хозяйств наряду с нитратами обнаружена и фосфорорганика — карбофос в количестве 0,14 мг/дм<sup>3</sup> (10,05 ПДК). Этот элемент выявлен и в районе скотомогильников — до 0,22 мг/дм<sup>3</sup>.

Из органических загрязнителей в подземных водах содержатся фенолы, нефтепродукты, СПАВ — соединения четвертого класса опасности. Фенолы с концентрацией, превышающей ПДК, приурочены к потоку подземных вод юрского водоносного комплекса, где они образуются в результате химического разложения углей. В этих местах не исключено наложение техногенного привноса фенолов с поверхности почвы за счет высокой водопроницаемости почвогрунтов.

Нефтепродукты в грунтовых водах выявлены в районах автозаправочных станций — от 0,19 до 0,4 мг/дм<sup>3</sup>. Их максимальное количество отмечено в Кызыле. Исключение составляет АЗС-2, где емкости-хранилища горючесмазочных материалов вкопаны в глинисто-суглинистые грунты, которые служат надежным экраном от загрязнения не только нефтепродуктами, но и другими поллютантами. В районе АЗС-2 вредные примеси не обнаружены, что подтвердил и контрольный анализ воды. Хорошо прослеживается связь между содержанием нефтепродуктов в грунтовых водах и механическим составом почвогрунтов.

Существенное влияние на подземные воды оказывают шлакоотвалы теплоэлектроцентралей городов Кызыл, Ак-Довурак, Новый Шагонар и пос. Хову-Аксы. При длительном хранении продуктов сгорания

угля шлакоотводные воды проникают в нижние горизонты, что при повышении температуры активизирует токсичность химических элементов в подземных водах. Серьезную опасность для них представляет единственный в Республике могильник отходов, предназначенный для захоронения не пригодных к использованию ядохимикатов. Выбранное для него место не соответствует геологическим, гидрологическим и экологическим требованиям, в результате концентрация токсичных элементов в подземных водах составляет 1,8–48 ПДК. Потенциальным источником загрязнения грунтовых вод служит база «Тывасельхозхимия», на территории которой под открытым небом хранится около тысячи тонн ядохимикатов и минеральных удобрений, запрещенных для использования.

Из всех городов Республики наибольшее загрязнение подземных вод наблюдается в Кызыле. Здесь максимальному загрязнению подвержены воды верхнечетвертичного аллювиального водоносного горизонта, поскольку основная часть города расположена на первой надпойменной террасе. В подземных водах повсеместно обнаружен свинец, но его содержание превышает ПДК лишь в центральной части города (более 30 мг/дм<sup>3</sup>), где источники загрязнения вторичны — почвенный слой и атмосфера. В южной части города — в поле развития юрских отложений — обнаружение свинца связано с общим природным повышением минерализации подземных вод юрского водоносного комплекса.

Воды юрского водоносного комплекса играют немаловажную роль в засолении и загрязнении пресных подземных вод аллювиальных водоносных горизонтов, повышая их минерализацию и изменяя химический состав на границе смешения, но в жилой и промышленной зонах города повышенная минерализация вод связана преимущественно с техногенным воздействием, что подтверждает их химический состав. Хлоридно-гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-хлоридные воды формируются в зоне влияния техногенных факторов, тогда как в природных юрских водах доминируют сульфаты, в аллювиальных — гидрокарбонаты, а хлориды практически отсутствуют.

Таким образом, при сравнении загрязнений подземных вод и поверхностных водных объектов выявляется общая закономерность: наибольшую вероятность загрязнения вод с концентрациями выше ПДК имеют нитраты, кадмий (по 1,0) и свинец (0,2).

*Тывинский государственный университет,  
Кызыл*

*Поступила в редакцию  
11 мая 2005 г.*