

УДК 556.51: 502.5

МИГРАЦИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА (НА ПРИМЕРЕ ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ УРАЛ)

© 2011 Павлейчик В.М., Сивохип Ж.Т.

Институт степи УрО РАН, г. Оренбург

Поступила в редакцию 27.04.2011

Проведен анализ природных условий и антропогенных факторов формирования эколого-гидрохимической ситуации в реках верхней части бассейна реки Урал. Перенос загрязняющих веществ частично происходит в условиях затрудненного водообмена при регулировании стока. Исследования подтверждают неравномерность концентрации тяжелых металлов в речной воде в различные сезоны года, преимущественно связанную с различиями в показателях речного стока. Продолжительность и интенсивность техногенного воздействия привела к значительному ослаблению параметров устойчивости речных систем.

Ключевые слова: *загрязняющие вещества, тяжелые металлы, сезонная миграция, регулирование стока, характер проточности, внутриводосборные сектора, устойчивость*

Развитие промышленной зоны в Южном Предуралье, основанной на разработке месторождений черных и цветных металлов, требовало гарантированного обеспечения их водными ресурсами, что решалось созданием водохранилищ многолетнего регулирования на р. Урал и ее притоках. В верхнем течении р. Урал созданы водохранилища – Магнитогорское (1931 г., 601 млн.м³, 75,5 км²), Верхнеуральское (1964 г., 32 млн.м³, 31,6 км²), Ириклинское (1966 г., 3,26 км³, 260 км²). В последние 10-15 лет в Республике Башкортостан созданы крупные водохранилища на притоках р. Урал: Акъярское на р. Ташла (объем 49,4 млн.м³, площадь 7,8 км²), Бузавлыкское (19,1 млн.м³, 3,07 км²), Таналыкское (14,2 млн.м³, 2,01 км²) и Маканское (9,3 млн.м³, 3,65 км²) на одноименных реках.

При подготовке статьи авторами использовались и учитывались сведения о химическом составе вод, приведенные в литературных источниках [1-5], Государственные доклады о состоянии окружающей природной среды Оренбургской и Челябинской областей, Республики Башкортостан, результаты мониторинга Управления эксплуатации Ириклинского вдхр. (УЭИВ) и фондовые материалы Института степи УрО РАН, данные Челябинского гидрометеоцентра, результаты собственных обследований в 2009-2010 гг.

Павлейчик Владимир Михайлович, кандидат географических наук. E-mail: pavleychik@rambler.ru
Сивохип Жанна Тарасовна, кандидат географических наук, доцент. E-mail: sivohip@mail.ru

Особенности многолетней и сезонной миграции некоторых загрязняющих веществ с речным стоком. Для выявления особенностей миграции отдельных загрязняющих веществ нами рассмотрены анализы химического состава воды в реках, впадающих в Ириклинское вдхр. По всем притокам по мере нарастания водосборных площадей наблюдается повышение общей минерализации, содержание органических загрязнителей и ионов металлов. Среди приносимых реками в водохранилище металлов значительные концентрации установлены для Cu, Zn, Ni, V и Fe.

Основным поставщиком Cu является р. Таналык с расположенным на нем Бурибаевским ГОК, р. Большая Уртазымка и р. Урал. Сезонное содержание Cu в водотоках довольно однотипно с наиболее выраженным максимумом в период половодья (апрель-май, на Таналыке – март-май) и менее значительным в предледоставное время (октябрь, на Таналыке – октябрь-ноябрь). На водохранилище (водозабор ГРЭС) пики максимальных концентраций смещены на месяц (май и декабрь).

Zn отмечается во всех реках с постоянным превышением ПДК в 1,5-2 раза. Сезонные максимумы проявляются в период с февраля по май, далее до сентября концентрации Zn снижаются и вновь во всех притоках вырастают в октябре. Наибольшие значения наблюдаются в р. Урал и р. Таналык, достигая в весеннем и осеннем пиках 0,4-0,6 мг/л и, редко, более.

В сезонном распределении Fe, преобладающая часть которого переносится во взвешенном состоянии, прослеживается следующая закономерность – по всем притокам, начиная с максимума в марте, наблюдается волнообразное снижение его концентрации по декабрь. Меньшие пики проявляются на реках в различные месяцы, но наиболее часто приходятся на весенний и осенний периоды, т.е. связаны с периодами увеличения расхода воды. Большую часть года Fe находится в концентрациях, превышающих ПДК в 2-2,5 раза. В результате слабой проточности в водохранилище (водозабор ГРЭС) происходит частичное осаждение Fe в осадок, его концентрации в летнее и зимнее время имеют значения, близкие к ПДК (0,1 мг/л).

Полученные результаты подтверждают выводы Г.Ш. Кужиной, С.И. Янтурина [3] о сезонной неоднородности содержания тяжелых металлов в воде р. Урал, связанной с колебанием водности реки, активного роста биомассы и последствиями эвтрофикации в летний период.

Полностью техногенным компонентом являются нефтепродукты, значительные концентрации которых наблюдаются в водах р. Урал, Большой Уртазымки и Суундука. При этом превышение ПДК наблюдается не каждый год, а содержание имеет значительную амплитуду колебаний между отдельными сезонами и годами. В целом за последние 20 лет в притоках Ириклинского вдхр. наметилась тенденция снижения их концентрации.

Сокращение поголовья скота, наблюдаемое в последние десятилетия, привело к уменьшению содержания соединений азота, редко превышающих ПДК. Если содержание нитритов и нитратов по сравнению с 1959 г. [1] практически не изменилось, то по иону аммония наблюдается явное улучшение ситуации – его содержание снизилось до сотых и десятых долей мг/л, а в 1959 г. оно чаще всего превышало 1 мг/л.

Среднеголетние значения БПК-5 в притоках и собственно в Ириклинском вдхр. практически во все сезоны года находятся в пределах от 1,5 до 2 мгО₂/дм³, т.е. относятся к группе «чистых». Вместе с тем, выделяются периоды с наиболее частой встречаемостью повышенных значений – февраль-март (сопровождается минимумом растворенного кислорода), май и сентябрь (в р. Суундук – в августе). Постоянно повышенное загрязнение органикой наблюдается в р. Урал и р. Таналык, в отдельные периоды БПК-5 может достигать 3,2-3,4 мгО₂/дм³ с минимумом в июле-августе. Слабопроточный режим и вертикальная стра-

тификация воды в водохранилище не позволяют действительно нейтрализовать органические загрязнители – БПК в целом повторяет значения и сезонные колебания этого показателя в притоках водохранилища.

Особенности эколого-геохимической ситуации и проблемы устойчивости в условиях внутрибассейновых секторов с различными показателями водообмена. Сооружение водохранилищ приводит к формированию внутрибассейновых водосборных секторов, различающихся характером (затрудненным или свободным) стока, и районов с зарегулированным стоком (рис. 1). Исходя из степени водообмена в каждой из этих зон формируются специфические условия для миграции, аккумуляции и преобразования загрязняющих веществ. Водосбор Верхнеуральского вдхр. (с притоками Урала – рек Бирся, Миндык, Урляда, Узельга) занимает площадь 3490 км². Относительно благополучная ситуация наблюдается на небольшом отрезке реки выше с. Ильтебаново, вблизи которого находится одноименное водохранилище объемом 4,95 млн.м³. Основными источниками техногенного загрязнения вод являются месторождения Узельгинское в верховьях р. Узельга и р. Чебачье в водосборе оз. Чебачье. Водосбор каскада из Верхнеуральского и Магнитогорского вдхр. с притоком р. Малый Кизил имеет площадь 2990 км². Организованный сброс загрязняющих веществ в Верхнеуральское вдхр. отсутствует. Среднегодовая концентрация трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) в 2005 г. составила 1,8 ПДК, Cu – 2,7 ПДК, Zn – 2,5 ПДК, Mn – 6,1 ПДК [5]. Среднегодовые концентрации азота нитритов в предплотинной части Магнитогорского вдхр. составили 2,5 ПДК, Cu – 4,2 ПДК, Zn – 5 ПДК, Mn – 5,2 ПДК.

Обширный бассейн р. Урал между Магнитогорским и Ириклинским вдхр. занимает площадь 16380 км². Метаморфизация химического состава р. Худолаз обусловлена влиянием сточных вод медно-серного комбината в г. Сибай. Основными загрязняющими элементами являются тяжелые металлы, в первую очередь цинк, концентрация которого характеризуется высоким и экстремально высоким уровнем. Вода р. Худолаз высоко минерализована – в меженные периоды значение содержания солей соответствует 1290-1530 мг/л, в период весенних половодий снижается до 859-406 мг/л [5]. За 2001-2005 годы содержание в воде ионов тяжелых металлов варьировало: Zn – от 28 до 837 ПДК, Mn – от 28 до 170 ПДК, Cu – от 5 до 50 ПДК. Перед впадением в Ириклинское вдхр. (пос. Ершовский) вода в р. Урал характеризуется средней минерализацией, изменяющейся от 240-340 мг/л весной до 630-850

мг/л в осенний период. Среднегодовое содержание металлов в воде составляет в среднем: Cu – 3,0-3,4 ПДК, Zn – 2,9-3,3 ПДК, Mn – 6,2-8,3 ПДК. Во время весеннего половодья отмечаются случаи максимальных превышений ПДК азота нитритов – в 1,4 раза, Fe общего – в 4,2 раза.

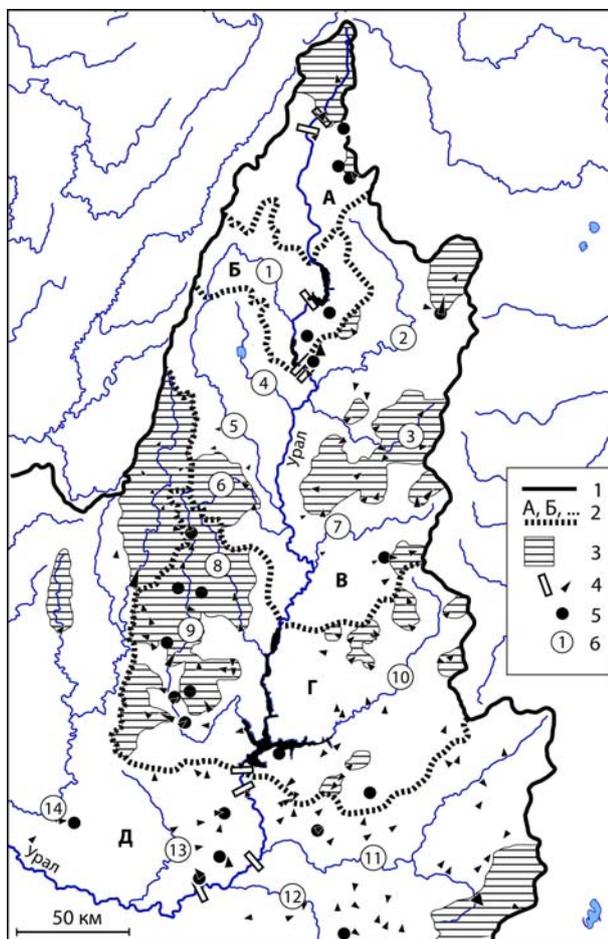


Рис. 1. Бассейн верхнего течения реки Урал – природные и антропогенные факторы формирования речного стока

Условные обозначения: 1 – граница бассейна р. Урал, 2 – индексы (в тексте) и границы внутриводосборных секторов, 3 – районы с зарегулированным стоком, 4 – гидротехнические сооружения и водопойные пруды, 5 – крупные источники химического загрязнения воды, 6 – притоки р.Урал (1 – Мал. Кизил, 2 – Гумбейка, 3 – Зингейка, 4 – Янгелька, 5 – Бол. Кизил, 6 – Худолаз, 7 – Бол. Караганка, 8 – Бол. Уртазымка, 9 – Таналык, 10 – Суундук, 11 – Бол. Кумак, 12 – Орь, 13 – Губерля, 14 – Сакмара)

Отрезок долины р. Урал с реками, впадающими в Ириклинское вдхр., имеет площадь 14090 км². Водообмен в Ириклинском вдхр. происходит в среднем один раз в 2 года (объем годового стока в среднем 1,14 км³ при объеме водохранилища 3,26 км³), т. е. его режим приближается к озерам слабой проточности. Река Таналык, попадая в техногенную зону (промышленные предприятия Баймака, Бурибая и

Акъяра, разрабатываемые месторождения Кульюртау и Юбилейное) быстро насыщается солями и ионами тяжелых металлов. Максимальным загрязнением характеризуется левый приток р. Таналык – руч. Макан, что обусловлено разработкой Подольского медно-цинкового месторождения в верховье ручья. Анализ разновременных опробований за последние 20 лет подтверждает постоянно высокое загрязнение тяжелыми металлами вод р. Таналык при отработке месторождений и деятельности Бурибаевского ГОКа. Перед впадением в Ириклинское вдхр. (с. Таштугай) химический состав р. Таналык не претерпевает особых изменений. Таким образом, можно сделать вывод о том, что буферные свойства речного комплекса не обеспечивают связывания токсичных компонентов, в том числе за нижний 75 км отрезок (Акъяр – Таштугай) без крупных промышленных источников загрязнения.

Химический состав левобережных притоков бассейна р. Урал также характеризуется значительной неоднородностью и сезонной изменчивостью. Обширность водосборных площадей левобережных притоков, охватывающих сложные в геохимическом отношении районы, обуславливает повышенное содержание растворенных минеральных веществ. Значительные концентрации тяжелых металлов наблюдаются, в первую очередь, в р. Джуса, в долине которой разрабатывается Джусинское медно-колчеданное месторождение.

Сравнение данных по притокам, воде в самом водохранилище и на выходе из него свидетельствуют о том, что в Ириклинском вдхр. происходит частичное осаждение большинства загрязняющих веществ. Ниже Ириклинского вдхр. основными источниками металлов в р. Урал являются загрязненные воды р. Колпачка и Елшанка, верховья которых дренируют отвалы Гайского месторождения и крупные левобережные притоки – р. Большой Кумак и Орь, в водосборах которых находятся серия рудных месторождений. Полученные данные свидетельствуют о том, что значения концентраций металлов халькофильной группы в продольном профиле носят волнообразный характер с максимумами на участках ниже их впадения в р. Урал, а также ниже крупного промышленного узла Орск-Новотроицк. Значительное очищение вод происходит уже на широтном участке среднего течения р. Урал, на 60-ти км отрезке от г. Орска до пос. Айтуар – Урало-Губерлинском ущелье, в котором чередование глубоких плесов и перекатов позволяет нейтрализовать часть загрязняющих веществ.

Выводы: освоение минеральных ресурсов Южного Зауралья привело к формированию специфического природно-техногенного комплекса. Важным динамическим компонентом этого комплекса является речной сток, обеспечивающий хозяйственные нужды в водных ресурсах, трансформацию и частичную нейтрализацию загрязняющих веществ, а также вывод их из системы. Присутствие в Южном Зауралье природных геохимических аномалий, разработка месторождений и переработка руд обусловили формирование повышенного фонового содержания ионов меди, цинка и других металлов. Анализ имеющихся данных свидетельствует о том, что длительность освоения месторождений привела к значительному ослаблению параметров устойчивости (буферной емкости) речных систем. Эти параметры обеспечиваются многочисленными внутренними механизмами, которые приводятся в действие сезонными различиями в стоке, активным развитием гидробионтов в летнее время, разнообразием морфологии русла и др. Важной эколого-гидрохимической особенностью является промывной режим в половодный период, когда русло частично освобождается от механических наносов и иловых накоплений, включая содержащиеся в них химические и органические загрязнители.

Связывание металлов в слабоподвижные соединения и, соответственно, улучшение качества воды происходит на участках реки с замедленным стоком, особенно на крупных водохранилищах. Таким образом, в верхнем течении р. Урал Ириклинское вдхр. является

крупнейшим региональным гидрохимическим барьером. Одним из основных факторов снижения концентраций остается разбавление незагрязненными водами. Проведенные исследования показали, что хозяйственная деятельность в староосвоенных районах промышленного производства, сопровождающаяся регулированием речного стока, приводит к возникновению и развитию комплекса неблагоприятных экологических ситуаций. Негативные последствия подобного преобразования природы становятся фоновыми для региона и будут проявляться в дальнейшем.

Статья выполнена в ходе реализации Программ ОНЗ РАН, проекты № 09-Т-5-1025 и №09-Е-5-1027.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Балабанова, З.М. Ириклинское водохранилище на р. Урал / Вопросы водного хозяйства и гидрологии Урала. Свердловск, 1961. Вып. 1. С. 33-51.
2. Гидрогеология СССР. Том XLIII. Оренбургская область / Под ред. Е.И. Токмачева. – М.: Недра, 1972. 272 с.
3. Кужина, Г.Ш. Исследование содержания тяжелых металлов в верхнем течении реки Урал / Г.Ш. Кужина, С.И. Янтурин // Вестник ОГУ. 2010. №1 (107). С. 106-109.
4. Чибилёв, А.А. Ириклинское водохранилище: геоэкология и природно-ресурсный потенциал / А.А. Чибилёв, В.М. Павлейчик, А.Г. Дамрин. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 183 с.
5. Исследование динамики химического загрязнения трансграничных водных объектов в ретроспективе ведения наблюдений ФГУ «Челябинский ЦГМС» (2001-2005 годы) // <http://www.chelpogoda.ru/pages/328.php>

MIGRATION OF POLLUTING SUBSTANCES IN THE CONDITIONS OF REGULATION OF A RIVER FLOW (ON THE EXAMPLE OF URAL RIVER UPPERWATERS)

© 2011 V.M. Pavleychik, J.T. Sivohip
Institute of Steppe UrB RAS, Orenburg

The analysis of a natural conditions and anthropogenic factors of formation of an ecological and hydrochemical situation in the rivers of the upper part of Ural's river basin is carried out. Transference of polluting substances partially occurs in the conditions of the complicated water exchange at regulation of the river's flow. The carrying out researches confirms non-uniformity of concentration of heavy metals in river water during various seasons of the year, mainly was conditioned by distinctions in indicators of a river's flow. Duration and intensity of technogenic influence has led to considerable easing of parameters of stability of river systems.

Key words: polluting substances, heavy metals, seasonal migration, regulation of a flow, character of a flowing, inside basin sectors, stability

Vladimir Pavleychik, Candidate of Geography.

E-mail: pavleychik@rambler.ru

Janna Sivohip, Candidate of Geography, Associate

Professor. E-mail: sivohip@mail.ru