

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ СЕВЕРА
КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**ВОДНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОБЛЕМЫ
СИБИРИ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ
(в четырех томах)
Т. IV**

Труды III Всероссийской научной конференции
с международным участием
(28 августа – 1 сентября 2017 г., Барнаул)

Барнаул 2017

УДК 556.01 + 556.02

ББК 26.22

B623

Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии:
труды III Всероссийской научной конференции с международным участием:
в 4 т. – Барнаул, 2017. – Т. 4. – 238 с.

ISBN 978-5-9909722-4-7 (Т.4)

ISBN 978-5-9909722-9-2

В сборнике публикуются материалы III Всероссийской научной конференции с международным участием «Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии» (г. Барнаул, 28 августа – 1 сентября 2017 г.). Представленные на конференции доклады посвящены следующим направлениям: формирование водных ресурсов суши в условиях антропогенных воздействий; гидрологические, гидрофизические, экологические и биогеохимические процессы в водных объектах и на водосборах Сибири и их математическое моделирование; теоретические и прикладные аспекты экологического мониторинга природных и природно-техногенных комплексов; рациональное природопользование и охрана окружающей среды; трансграничные водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии; проблемы управления водными ресурсами Сибири и Дальнего Востока.

В данном томе опубликованы статьи, представленные на секциях «Трансграничные водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии» и «Проблемы управления водными ресурсами Сибири и Дальнего Востока».

Издание рассчитано на широкий круг специалистов в области гидрологии, гидрохимии, гидробиологии, водной экологии, а также экологического мониторинга и рационального природопользования; преподавателей и студентов ВУЗов.

Редакционная коллегия:

Пузанов А.В., д.б.н.; Безматерных Д.М., к.б.н.; Зиновьев А.Т., д.т.н.; Кириллов В.В., к.б.н.; Винокуров Ю.И., д.г.н.; Красноярова Б.А., д.г.н.; Папина Т.С., д.х.н.; Трошкин Д.Н., к.ф.-м.н.; Рыбкина И.Д., к.г.н.

При подготовке материалов к публикации сохранен авторский стиль изложения с минимальными редакционными правками, в основном пунктуации и орфографии.

Ответственность за содержание материалов несут авторы.

Печатается по решению оргкомитета конференции и при финансовой поддержке гранта РФФИ № 17-05-20220.

ISBN 978-5-9909722-4-7 (Т.4)

ISBN 978-5-9909722-9-2

© Институт водных и экологических
проблем СО РАН, 2017

© Коллектив авторов, 2017

Секция 5

ТРАНСГРАНИЧНЫЕ ВОДНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СИБИРИ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

ТРАНСГРАНИЧНЫЙ БАСЕЙН РЕКИ ИРТЫШ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ВЫЗОВОВ

Винокуров Ю.И., Красноярова Б.А.

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия

e-mail: bella@iwep.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные вызовы природно-климатического и цивилизационного характера в трансграничном бассейне р. Иртыш, связанные как с глобальными изменениями климата и региональными циклическими проявлениями их формирования, так и с проблемами формально-институциональной незавершенности институтов собственности на природные ресурсы, отсутствия эффективных и действенных институтов международного сотрудничества в трансграничных бассейнах рек, различной инновационной активностью водохозяйственной деятельности стран, расположенных на территории бассейна.

Ключевые слова: природно-климатические процессы, формальные институты, международное сотрудничество

TRANSBOUNDARY IRTYSH BASIN IN THE FACE OF CONTEMPORARY CHALLENGES

Vinokurov Yu. I., Krasnoyarova B. A.

Institute for Water and Environmental Problems, Barnaul

e-mail: bella@iwep.ru

Abstract. The paper considers current challenges of natural-climatic and civilizational character in the transboundary Irtysh basin. These problems are associated as with global climate changes and regional cyclic manifestations of their formation as with the lack of efficient institutions for international cooperation in transboundary river basins, including different innovative water-economic activity of the countries situated in the basin.

Keywords: natural-climatic processes, formal institutions, international cooperation

Понимая категорию «вызова» в контексте устойчивого развития и принимая подход А.Дж. Тойнби, считавшего, что любой цивилизационный вызов побуждает к росту, развитию, к решению стоящих перед обществом задач [1], остановимся на тех вызовах, которые стоят перед Россией и ее регионами на территории трансграничного речного бассейна р. Иртыш.

Не останавливаясь на характеристике р. Иртыш и проблемах, которые в той или иной мере присущи практически на всех территориях бассейна. Это отражено в наших предыдущих публикациях [2, 3]. Рассмотрим лишь те из них, которые можно рассматривать именно с позиций некоторых современных глобальных и цивилизационных вызовов. Их возникновение, прежде всего, связано с глобальными изменениями климата и региональными циклическими проявлениями их формирования: общей

увлажненности, развитии опасных гидрологических явлений и водообеспеченности конкретных территорий Иртышского бассейна в целом, а также в результате неадекватной реакции на эти природные процессы и явления и недоучет данных реалий при построении национальных и региональных политик водопользования. Достаточно сложно разделить природообусловленные вызовы и процессы, связанные с хозяйственной деятельностью, настолько тесно они связаны, но мы попытались их условно представить в виде двух групп.

Первая группа – вызовы природно-антропогенного характера. К этой группе вызовов мы отнесем те проблемы, в основе которых лежит естественно-природная составляющая, зачастую усложненная процессами нерационального природопользования и использованием технологий предыдущих промышленных укладов (3–4) с высокой ресурсо- и водоемкостью.

Для Иртыша всегда были характерны резкие сезонные колебания стока. Строительство гидротехнических сооружений в его верховьях, в том числе таких крупных как Бухтарминская, Усть-Каменогорская и Шульбинская ГЭС позволили срезать эти пики, но остаются риски маловодья, да и горные реки, берущие начало на Алтае весьма динамичны в зависимости от циклических процессов регионального увлажнения. Все это весьма неоднозначно сказывается на водообеспечении южных сельскохозяйственных районов Омской области и ее центра – города-миллионника Омска, для которых водные ресурсы Иртыша являются практически единственным источником водоснабжения. На притоках Иртыша (реках Тобол и Ишим) – ситуация несколько иная, там нет таких крупных гидротехнических сооружений, а имеющихся водохранилищ не достаточно ни для круглогодичного водообеспечения прилегающих территорий, ни для того, чтобы снять пики весенних половодий и паводков.

Тобол, например, дважды пересекает государственную границу, но все его проблемы формируются на территории РФ. Река не справляется с той водохозяйственной нагрузкой, что представляют для него население и

экономика преимущественно российских регионов – Челябинской и Свердловской областей. На берегах его притоков – р. Исеть и р. Миасс, расположены два города – миллионника Екатеринбург, Челябинск, другие индустриальные города центрального и южного Зауралья – с высоким уровнем водопотребления и водоотведения. На отдельных участках бассейна (реках Тагил, Миасс) изъятие водных ресурсов достигает 50–70 % объема стока и вызывает серьезные проблемы и опасения у руководства и местного населения этих областей. Для решения задач водоснабжения в бассейне создано более 600 водохранилищ разной ёмкостью, которые отличает длительная эксплуатация и высокий износ ГТС. В бассейне имеются водохранилища, созданные в XVII–XIX веках, самые старые из них – Невьянское и Алапаевское – были построены в 1696–1700 гг. [5].

Многие водохранилища используются как источники питьевого и промышленного водоснабжения, объекты рекреации. В числе гидротехнических сооружений функционируют водоохладители и водонакопители крупных энергетических предприятий – ГРЭС, малых ГЭС, вырабатывающие электроэнергию для промышленных предприятий и населения. Для разрешения сложной водохозяйственной обстановки в бассейне планируется дополнительное строительство малых ГЭС на уже существующих плотинах различного назначения, а для повышения водообеспеченности крупных городов и промышленных узлов, расположенных в бассейне, проектируются новые внутрибассейновые и межбассейновые перераспределения речного стока – рек Тобол, Урал и Кама. Следует отметить, что в бассейне р. Тобол все водно-экологические вызовы связаны с внутрисистемными проблемами и решать их следует внутри страны, прежде всего, путем снижения водоемкости основных производств и внедрения новых маловодных технологий.

В бассейне р. Ишим ситуация несколько иная, основные водопользователи расположены на территории Казахстана – это преимущественно сельское хозяйство Северного и Центрального Казахстана, и растущие потребности его столицы – Астаны. Отсюда и основные вызовы

для российской части бассейна связаны с сезонными перепадами уровня воды в реке, а также изъятием водных ресурсов в Казахстане, существенно возросшим в последние годы с переносом столицы страны в г. Астана. Высокие весенние половодья и паводки 2016–2017 гг. демонстрируют растущую опасность наводнений в устьевой части Ишима, когда уровень воды в реке два года подряд достигал своего наблюдаемого максимума, составив 966 и 978 см, в 2016 и 2017 гг., соответственно. Причины этих наводнений разные, а результат – один, подтопление целых районов г. Ишима, садоводческих товариществ и т.п. [6]. И эти события требуют детального анализа и своевременного решения, так как строительство дамбы, осуществленное в 2016 г. не защитило прилегающие к ней кварталы города. В бассейне идет перераспределение структуры водопользования в казахскую сторону, которая потребляет около 60% изъятной воды. За последние годы существенно снизилось и качество воды в реке, самоочищающая способность которой не справляется с нагрузкой в казахстанском сегменте бассейна, а дополнительные притоки на российской территории практически отсутствуют. Таким образом, уже в бассейне р. Ишим встает вопрос, во-первых, о качестве поступающих вод, и, во-вторых, об их вододелении, особенно в сезонном разрезе.

Вторую группу, условно названную нами «вызовы формально-институционального характера», определяют ряд факторов. Здесь, прежде всего, стоит остановиться на *незавершенности институтов собственности* на природные ресурсы во всех странах бассейна р. Иртыш. И Россия, и Китай с Казахстаном находятся на стадии переходного периода, отказавшись от формальных институтов социалистического общества до конца не перешли и к капиталистическим формам производственных отношений. Водные ресурсы во всех странах остаются в собственности государства, водорегулирующие функции осуществляет также государство, а вот потребителем «продукции урегулирования» или «недерегулирования» являются отдельные субъекты хозяйствования, чьи интересы далеко не всегда заметны в государственном или межгосударственном масштабе.

Например, все вопросы вододеления, контроля качества трансграничных вод решаются правительством, определяя стратегические приоритеты сотрудничества, а вот тактические вопросы их проявления рассматриваются редко и чаще всего постфактум, когда то или иное событие произошло и необходимо ликвидировать его последствия. В то время как превентивные меры, принятые сторонами сотрудничества заблаговременно, позволили бы его предотвратить, или, как минимум, снизить его последствия. Это касается и аварийных выбросов загрязнений в природные среды (водные объекты, атмосфера, др.), и размещение экологически емких производств без учета трансграничных переносов или в долинах малых рек или верховьях средних и крупных с низким индексом самоочищения.

В качестве положительного примера решения водохозяйственных проблем можно привести регулирование работы крупных гидротехнических систем в Казахстане, который после некоторого негативного опыта сдачи этих объектов в долгосрочную аренду крупным иностранным компаниям, вывел из арендных отношений и передал под управление госпорпорации Бухтарминскую ГЭС, которая расположена на входе в общую систему и имея заблаговременные данные об объемах водных ресурсов, поступающих из Китая через гидропост в п. Буран, может определять режим эксплуатации остальных ГЭС – Усть-Каменогорской и Шульбинской, которые совместно с Усть-Каменогорской и Согринской ТЭЦ переданы в концессионное пользование активно работающей на территории Казахстана корпорации AES, являющейся частью Европейского регионального подразделения Корпорации AES, в группу входит также управляющая компания ТОО «Иртыш Пауэр энд Лайт». Ежедневно на пункты управления последних поступают данные о режиме пуска на следующие сутки, и уже в дальнейшем их маркетинговые службы определяют режим поставок электроэнергии и воды потребителям в соответствии с имеющимися у них социальными и экономическими планами и интересами. Этот безусловно положительный пример является ответом на предыдущие вызовы

нерегулируемой эксплуатации названных ГЭС, которые в значительной мере определяют «общее здоровье» р. Иртыш на территории Казахстана и России.

К группе формально-институциональных вызовов, вернее к ответам на них, можно отнести и *подписание международных соглашений, и создание комиссий по совместному использованию и охране трансграничных вод*. Но, к сожалению, в бассейне р. Иртыш все эти институты имеют лишь двустороннее звучание, так как Китай отказывается от трехстороннего сотрудничества.

Основой межгосударственное сотрудничество между Казахстаном и Китаем в сфере водных отношений осуществляется в рамках "Соглашения о сотрудничестве в сфере использования и охраны трансграничных рек" от 12 сентября 2001 г. (г. Астана), а также двух последующих межправительственных соглашений (февраль, июнь 2011 г.) в области контроля качества трансграничных рек и в области охраны окружающей среды. В них заложены обязательства двух государств по сотрудничеству в области обеспечения качества воды, охраны, контроля и мониторинга трансграничных рек и других объектов окружающей среды; включены нормы по сотрудничеству в области принятия мер предупреждения и ликвидации загрязнения воды в трансграничных реках; создана казахстанско-китайская Комиссия по сотрудничеству в области охраны окружающей среды, но по вопросу лимитов водозабора стороны не смогли выработать единую позицию и вопрос водodelения остается открытым. Более того, центральный Китай ссылается на решения администрации Синьцзян-Уйгурского региона, который препятствует решению данных вопросов, ссылаясь на свои растущие потребности в рамках реализации Стратегии развития северо-западных территорий, граничащих с Казахстаном [6, 7].

Казахстанско-российские водные отношения регулируются Соглашением между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов от 7 сентября 2010 г. Это соглашение принято в развитие одноименного соглашения 1992 г. Для

регулирования этих отношений создана совместная Казахстанско-Российская комиссия по совместному использованию и охране трансграничных водных объектов, в числе функций которой организация и проведение совместных мероприятий в области рационального использования и охраны трансграничных водных объектов; установление параметров стока в согласованных пограничных створах трансграничных водных объектов, обеспечение их соблюдения; оценка параметров вододеления на основе совместно выполненных водохозяйственных и экономических расчетов при изменении водохозяйственной ситуации в бассейнах трансграничных водных объектов; рассмотрение водохозяйственных мероприятий на трансграничных водных объектах, планируемых к реализации на территориях РФ или РК, способных оказать трансграничное воздействие, а также согласование порядка проведения совместной оценки воздействия планируемых мероприятий на окружающую среду и др. В рамках данной комиссии созданы рабочие группы по бассейнам отдельных рек (Иртыш, Тобол, Ишим, Или и др.), которые работают в автономном режиме, но в рамках единой комиссии[8].

И, наконец, последняя группа вызовов формально-институционального характера связана, на наш взгляд, с *различной инновационной активностью стран, расположенных в бассейне*. И здесь, к сожалению, Россия уступает своим казахским и китайским партнерам. Так, Китай ведет активное водохозяйственное строительство на территории бассейна р. Кара-Иртыш – истока основного Иртыша. Это, прежде всего, каналы Иртыш-Карамай и Черный Иртыш – Урумчи, первый ориентирован на водообеспечение предприятий нефте- и газодобычи в районе месторождения Карамай, второй – Таримского месторождения в пустыне Такла-Макан. Кроме того, водохозяйственная система Черного Иртыша включает и водохранилища разного объема, каналы, гидроузлы [6, 7]. По разным источникам Китай планирует изымать из Кара-Иртыша от 4,0 до 6,0 км³/год [9], что превышает 50% его стока и по международным нормам соответствует *высокому уровню нехватки воды или водному стрессу*.

Не менее активные водохозяйственные планы в бассейне р. Иртыш имеет и Казахстан. В его стратегических документах «Казахстан – 2030» и «Казахстан – 2050» названы основные направления межбассейновых и трансграничных перебросок речного стока в вододефицитные регионы путем строительства Трансказахстанского канала с водозабором из Шульбинского водохранилища (вторая очередь) с пятью ветками - одной основной трассой и четырьмя дополнительными – Астанинской, Петропавловской, Костанайской и Актюбинской. Кроме того, для целей сохранения озера Балхаш, имеющего для страны государственное значение, предложен сценарий переброски части стока р. Иртыш по направлению р. Бухтарма – озеро Балхаш. Для компенсации изъятия речного стока р. Кара-Иртыш в КНР казахскими учеными и инженерами предложена «обновленная схема» взаимовыгодного использования стока российских рек по Верхне-Катунскому направлению, исключающая сооружение крупных водохранилищ и ориентированная на туннельный (либо насосный) вариант преодоления водораздела [10]. Ранее рассматривались и иные проекты, например, строительство Белокатунской ГЭС путем переброски в бассейн Иртыша реки Тихая (бассейн р. Катунь), а также поворот рек Ак-Кабы и Кара-Кабы, которые берут начало на хребтах Катон-Карагайского района Республики Казахстан и впадают в р. Черный Иртыш уже на территории Китая. Согласно данному проекту предлагалось эти реки по 20-км тоннелю направить в Черный Иртыш уже на казахстанской стороне, компенсировав Казахстану чрезмерное изъятие иртышских вод в Китае и обеспечив условия сохранения озера Зайсан и его рыбохозяйственного значения [11].

Реализация всех этих проектов может стать прямым вызовом для водохозяйственной системы р. Иртыш на российской стороне, но, к сожалению, Россия далеко не столь активна в своих планах и шагах по сохранению водных ресурсов Иртыша.

Среди рассматриваемых планов наиболее масштабным является строительство Красногородского гидроузла для решения задач водообеспечения города-миллионера Омска. Рассматривалось несколько

проектных предложений, например, предлагалось создание серии подводных искусственных порогов, которые обеспечат поднятие уровня за счет снижения скорости реки. Было и еще одно решение, которое основывалось на том, что на уровень воды в Иртыше даже больше, чем попуск воды, влияет добыча песка, поскольку при этом русло реки выпрямляется, углубляется и вода течет быстрее. Для решения проблемы водного дефицита достаточно было бы просто усилить контроль в этой сфере – вплоть до полного запрета добычи песка в засушливые годы [12]. Однако, не смотря на предложенные альтернативы, было принято решение и в 2011 г. на Иртыше начато сооружение Красногорского водоподъемного гидроузла с созданием руслового водохранилища, которое в зимний период и половодье будет аккумулировать воду, а затем равномерно подпитывать Иртыш до требуемых природно-хозяйственных параметров. Из рассмотренных 14 вариантов месторасположения гидроузла был выбран створ на 1813 километре водотока в районе Красной Горки. Необходимость строительства гидроузла была отмечена в Водной стратегии РФ до 2025 года. Объект включен в федеральную целевую программу по развитию водохозяйственного комплекса России, проектная стоимость составляла 9,1 млрд.руб. в ценах 2010г. на условиях софинансирования - 60% из федерального и 40% – из областного бюджета [13]. По проекту срок окончания строительства – 2014г., но в настоящее время гидроузел готов не более чем на 30%, и в настоящее время встает вопрос о целесообразности его дальнейшего строительства, так как далеко не все риски были учтены в проекте, да и не все проблемы, стоящие в регионе могут быть решены его реализацией [14, 15].

Все эти проблемы, названные проекты и вызовы свидетельствуют о наступательной водохозяйственной политике стран – партнеров в трансграничном речном бассейне р. Иртыш и нашей неготовности к адекватной реакции на эти вызовы. На наш взгляд, необходимо, во-первых, пересмотреть региональную водохозяйственную политику в бассейне р. Тобол, что зависит только от интересов и возможностей, в т.ч. технологических, российской экономики, и, во-вторых, искать оптимальные

решения согласования практик водопользования в бассейнах р. Ишим и Иртыш с казахстанскими партнерами, чтобы вызовы объективного (природно-климатические) и субъективного (Китай со своими стратегическими интересами) не сдерживали развитие российских регионов и обеспечили сохранение этих водотоков.

Литература

1. Тойнби А. Дж. Постыжение истории. – М.: Прогресс, 1991
2. Винокуров Ю.И., Красноярова Б.А., Платонова С.Г., Стоящева Н.В. Системные проблемы водопользования в трансграничном бассейне реки Иртыш // Водная стихия: опасности, возможности прогнозирования, управления и предотвращения угроз: Мат. Всерос. научн. конф.
3. Экологические риски в трансграничном бассейне реки Иртыш / Науч. ред. д.г.н., профессор Ю.И. Винокуров /. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. – 165 с.
4. Вешкурцева Т.М. Трансформация водного режима рек Тобол и Ишим в условиях антропогенного воздействия // Вестник Тюменского государственного университета. – 2010. – № 7. – С. 130-137.
5. Новости Ишима – URL: http://www.ishimf.ru/%D0%98%D1%88%D0%B8%D0%BC_%D1%81%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8F____2.html (дата обращения: 16.05.2017).
6. Реки Китая и Казахстана: Поднебесная оставит республику без воды? – URL: <http://radiotochka.kz/1994-.html#sel=2:1,37:26> (дата обращения: 02.06.2015)
7. Изимов Р. Социально-экономическая ситуация в СУАР КНР: новые тенденции. – URL: <http://radiotochka.kz/2213-.html> (дата обращения: 12.08.2015)
8. Ерсын Кудияров, Река Иртыш во взаимоотношениях Казахстана, Китая и России. – URL: russiancouncil.ru (Трансграничная река Иртыш).
9. Достай Ж.Д., Романова С.М., Турсунов Э.А. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Том VII. Ресурсы речного стока Казахстана. Книга 3. – Алматы: Институт географии МОН РК, 2012. – 216 с.
10. Территориальное перераспределение водных ресурсов Казахстана: возможность и целесообразность / Под ред. И. М. Мальковского. – Алматы, 2012. – 414 с.
11. И. А. Абишев И.А., Медеу А. Р., Мальковский И. М., Толеубаева Л. С. Водные ресурсы Казахстана и их использование//Водные ресурсы Центральной Азии и их использование: мат-лы междунар. научно-практ. конф., посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни». Т.1. – Алматы, 2016. – С. 9-19.
12. Костарев С.В. Как помочь Иртышу вновь стать полноводным. Мнение эксперта. – URL: <http://omsk.yabloko.ru/news/index.phtml?id=673>
13. Время регионов. В Омской области построят крупнейшее в Сибири водохранилище. – URL: http://www.regtime.ru/owa/rt/rt_lenta.html?a_id=16603&c_id=49&r_id=6055
14. Омские "фронтвики" настаивают на бесполезности Красногорского гидроузла. – URL: <http://omsk.bezformata.ru/listnews/na-bespoleznosti-krasnogorskogo-gidrouzla/45368077> (дата обращения: 22.08.2016)
15. Сергей Прудников. Омск задушат Гидроузлом? – URL: http://superomsk.ru/news/7268-omsk_zadushat_gidrouzlom/? 11.02.2014

БИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ КАК ОДНА ИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДОТОКОВ

Евсеева А.А., Кушникова Л.Б.

Алтайский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», г. Барнаул, Россия

e-mail: annaeco@mail.ru

Аннотация. В статье описаны современные подходы в области оценки экологического состояния водных ресурсов, представлены результаты апробации, адаптации и внедрения некоторых принципов Европейской Рамочной Водной Директивы применительно к водотокам трансграничного бассейна Верхнего Ертиса.

Ключевые слова: биоиндикация, эталонные створы, зообентос

BIOLOGICAL CONTROL OF WATER QUALITY AS ONE OF THE COMPONENTS IN THE MONITORING SYSTEM OF TRANSBOUNDARY WATERCOURSES

Evseev A.A., Kushnikova L.B.

Altai branch of LLP "Kazakh scientific-research Institute fisheries", Barnaul, Russia

e-mail: annaeco@mail.ru

Abstract. The article describes modern approaches in evaluation of the ecological state of water resources, presents the results of testing, adaptation and adoption of some principles of the European Water framework Directive in relation to the transboundary watercourses of the Upper basin of the Ertis.

Keywords: bioindication, reference sites, zoobenthos

В силу научной и практической значимости проблема оценки качества вод привлекает большое количество исследователей. Система ограничений поступления загрязняющих веществ, основанная на данных о ПДК вредных веществ в воде, не совершенная, не дает адекватной оценки качества вод и не охраняет в полной мере водные экосистемы от деградации.

Специалисты гидрохимического профиля, критикуя систему ПДК, предлагают оценивать качество вод и нормировать загрязнения по средним фоновым значениям показателей химического состава вод или предлагают индексы, как агрегированные средние значения различных характеристик химического состава вод, зачастую имеющих различные показатели вредности и поэтому не совместимых. Специалисты биологического профиля предлагают учитывать показатели нарушения состояния индивидуумов, популяций и сообществ. Предполагает существенное возрастание роли биологического контроля, основанного на методах биоиндикации.

Основной причиной перехода на биологический контроль является тот факт, что сообщества водных организмов отражают совокупное воздействие

факторов среды на состояние водных экосистем и качество поверхностных вод.

Существует большое количество систем биологического мониторинга, но ни одна из них не является универсальной. Этот факт объясняется своеобразием каждого водного объекта, обусловленного его геоморфологическими, гидрологическими, гидрохимическими, зоогеографическими условиями [4].

В настоящий момент наиболее прогрессивной системой гидробиологического мониторинга является система, основанная на принципе определения экологического статуса реки или речного бассейна по отношению к эталонным створам.

Процесс создания сети эталонных створов состоит из четырех основных стадий: 1) дифференциация речного бассейна на основании имеющейся информации и баз данных; 2) определение сети эталонных створов; 3) установление эталонных показателей и уровня их достоверности; 4) спецификация эталонных показателей для оценки экологического статуса речного бассейна.

В Республике Казахстан система гидробиологического мониторинга функционирует со времен существования СССР, но в настоящий момент в сокращенном виде. Гидробиологическим мониторингом в настоящее время частично охвачены водоемы Жайсан-Ертисского бассейна. На водоемах этого региона на основании опыта стран ЕС начаты работы по внедрению системы мониторинга, основанной на сравнении контролируемых участков рек с эталонными условиями.

Рассмотрим основные аспекты и вопросы экологического качества водных ресурсов трансграничного бассейна Верхнего Ертиса и Европейской Рамочная Водная Директивы.

Река Ертис является трансграничным водотоком, берущим начало на территории Китайской Народной Республики (КНР) (т.н. Кара Ертис), протекающим по территории Казахстана и впадающим в р. Обь на

территории Российской Федерации. Верхне-Ертисский водный бассейн является одним из четырех крупных рыбохозяйственных бассейнов Республики Казахстан.

В пределах бассейна Верхнего Ертиса выделяются четыре основных орографических района: Западный Алтай, Южный Алтай, Сауро-Тарбагатайский и Калбинский хребет; между последними заключена обширная Зайсанская котловина с оз. Жайсан. Горные барьеры обуславливают различные ороклиматические эффекты, что проявляется в разнообразных формах рельефа, климате, стоке, почвах, растительности и животном мире. Характер гидрографической сети находится в тесной связи с орографическими и климатическими условиями. Ертис с его многоводными правобережными притоками – Буктырмой, Ульбой и Обой занимает Центральное место в гидрографической сети Восточного Казахстана. Бассейны последних заполняют территорию Западного Алтая. Реки Южного Алтая менее водоносны. Наиболее крупные из них – Каба, Алкабек, Калжыр, Куршим, Нарым. Еще менее водоносны все левобережные притоки Иртыша – Кендирлик, Уйдене, Бокен, Кызылсу, Шар и Шаган.

В последние годы остро стоит вопрос оптимизации гидрологического режима водоемов бассейна с целью увеличения их продуктивности по рыбе и другим гидробионтам, сохранение биоразнообразия. КНР зарегулировала сток р. Кара Ертис в верхнем течении, из-за чего гидрологический режим реки и ее водность, а как следствие и гидрохимический режим, претерпели изменения.

В силу исторически и экологически сложившихся обстоятельств р. Ертис и ее притоки интенсивно используются для хозяйственного и питьевого водообеспечения, а также сброса в них различных промышленных и коммунальных стоков. Восточный Казахстан – это центр цветной металлургии, горнодобывающей промышленности, тепло- и гидроэнергетики, которые вносят негативный вклад в общую экологическую картину состояния региона.

Основные источники загрязнения поверхностных и подземных вод связаны с деятельностью горнодобывающих и горно-обогатительных предприятий, в первую очередь это брошенные и не выведенные из эксплуатации рудники и шахты, обнаженные поверхности горных выработок, отвалы, хвостохранилища и продуктохранилища обогатительных фабрик, отвальные продукты и промышленные стоки металлургических, химико-металлургических, химических, теплоэнергетических и машиностроительных предприятий. Загрязнение коммунально-бытовыми стоками связано с недостаточной мощностью очистных сооружений в городах Усть-Каменогорске, Семипалатинске, а также в других городах и поселках.

Для вод Ертисского бассейна характерна кадмиево-молибденовая специализация. Геохимическая структура воды Ертисского бассейна имеет вид: $Zn > Cu > Mn > Pb > Mo > Cr > Cd > Co$. Донным отложениям поверхностных вод Ертисского бассейна характерна кадмиево-свинцовая специализация. Геохимическая структура донных отложений поверхностных вод Ертисского бассейна имеет вид: $Zn > Mn > Pb > Cu > Cr > Co > Cd > Mo$. Таким образом, универсальными элементами-индикаторами промышленного загрязнения бассейна р. Ертис являются свинец, цинк, медь, кадмий, марганец, хром.

Промышленное загрязнение сбросами сточных, шахтных и дренажных вод является наиболее существенной проблемой бассейна Верхнего Ертиса. Загрязнение приводит к серьезным изменениям физико-химических свойств воды, отражающихся на состоянии гидробионтов водоема. Это в свою очередь ведет к деградации водных экосистем. Относительно неизменные водотоки сохраняются в основном в предгорьях и горах.

Оптимальное управление водными ресурсами может быть обеспечено только при наличии полной, достоверной и своевременной информации о состоянии и тенденциях изменения водных экосистем или их отдельных компонентов. Системой, обеспечивающей все уровни управления необходимой экологической информацией для определения стратегии

природопользования и принятия оперативных решений, является мониторинг поверхностных вод. Мониторинг поверхностных вод представляет собой систему проводимых по определенной программе длительных регулярных наблюдений за водными экосистемами, оценке состояния, анализа и прогноза их изменений под воздействием природных и антропогенных факторов [7].

В настоящее время, системы мониторинга поверхностных вод претерпели существенные изменения. Основа этих изменений – существенное возрастание роли биологического контроля, основанного на методах биоиндикации. Биологический контроль включает оценку состояния водных экосистем или их компонентов по структурным и/или характеристикам сообществ гидробионтов.

Основной причиной перехода на биологический контроль является тот факт, что сообщества водных организмов отражают совокупное воздействие факторов среды на состояние водных экосистем и качество поверхностных вод. Однако, физические и химические методы контроля по-прежнему являются важной составляющей единой системы мониторинга поверхностных вод. Система мониторинга базируется на информационных потребностях пользователей. С этой точки зрения гидрохимическая информация в большей степени востребована конкретными водопользователями, а гидробиологическая – управленческими структурами при определении стратегии природопользования и отслеживании эффективности природоохранных мероприятий.

Одной из основных задач исследователей-гидробиологов является выбор таких методов и критериев, которые могли бы адекватно отражать уровень антропогенного воздействия на водные объекты. Наибольшую актуальность приобретают исследования, связанные с апробацией и выявлением эффективности на региональном уровне методов Рамочной Водной Директивы ЕС и сравнение их с индексами, унифицированными для Казахстана.

Европейская Рамочная Водная Директива и экологическое качество водных ресурсов. Европейская Рамочная Водная Директива (Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy, далее ВРД/WFD) была принята в 2000 г. Этот документ регламентирует подходы в политике охраны, использования и управления водными ресурсами и призван гармонизировать и унифицировать подходы стран ЕС к управлению водными ресурсами и их охране [1].

Директива устанавливает рамочные требования относительно защиты всех видов вод, включая поверхностные воды суши, транзитные и прибрежные, а также подземные воды. Эти требования заключаются в следующем: предотвращение дальнейшего ухудшения, защита и улучшение состояния водных ресурсов; стимулирование воспроизводительного использования воды; улучшение водных экосистем благодаря действиям и деятельности, которые направлены на постоянное уменьшение сбросов воды, содержащей в себе приоритетные вещества, а также на прекращение сбросов воды, которая включает в себе приоритетно опасные вещества; обеспечение постепенного уменьшения загрязнения подземных вод и предотвращения их загрязнения в будущем; уменьшение негативного влияния наводнений и засух.

Главной целью ВРД/WFD является предотвращение ухудшения состояния всех поверхностных водных объектов с целью достижения ими «хорошего качества» воды, а не естественного. Там, где хороший уровень качества воды уже существует, его следует поддерживать. Это требование основано на объективной оценке последствий взаимоотношений «человек-природа», основанных на интенсивном использовании природных ресурсов и исключающих, вследствие этого, возможность их сохранения в естественном состоянии. Однако требования к качеству поверхностных вод должны быть сформулированы так, чтобы с учетом местных условий добиться такого их состояния, когда влияние человека сводится к минимально возможному [7].

Для поверхностных вод «хорошее состояние» определяется «хорошим» экологическим состоянием и «хорошим» химическим состоянием. В свою очередь экологическое состояние определяется элементами биологического качества вместе с гидроморфологическими и физико-химическими элементами. Как ориентир принимаются референционные условия, которые по существу являются условиями “нетронутого” состояния, или состояния “незначительного” влияния человеческой деятельности. Хорошее экологическое состояние того или иного водного объекта будет достигнуто тогда, когда отклонение от референционных условий будет незначительным, или отсутствовать вообще. Поскольку основные водотоки бассейна Верхнего Ертиса испытали определенные изменения, то достижение ими хорошего состояния возможно лишь благодаря опять-таки антропогенному вмешательству – природоохранным мероприятиям.

Водная Рамочная Директива не является обязательной для внедрения Казахстаном, поскольку он не является членом ЕС. Однако, Казахстан входит в Евразийский экономический союз и Шанхайскую организацию сотрудничества, 11 января 2001 г. РК была подписана Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (1992).

Казахстан участвует в следующих международных соглашениях, связанными с управлением трансграничными (касательно р. Кара Ертис и р. Ертис): Соглашение между Республикой Казахстан, Республикой Кыргызстан, Республикой Узбекистан, Республикой Таджикистан и Туркменистаном о сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраной водных ресурсов межгосударственных источников; Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов; Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Китайской Народной Республики о сотрудничестве в сфере использования и охраны трансграничных рек; Соглашение между Министерством сельского хозяйства

РК и Министерством водного хозяйства КНР об экстренном уведомлении сторон о стихийных бедствиях на трансграничных реках; Соглашение между Министерством охраны окружающей среды РК и Министерством водного хозяйства КНР о взаимном обмене гидрологической и гидрохимической информацией (данными) пограничных гидропостов основных трансграничных рек; Соглашение между Правительством РК и Правительством КНР об охране качества вод трансграничных рек.

Методические вопросы внедрения Водной Рамочной Директивы в Казахстане.

Выбор потенциальных эталонных створов на реках различного порядка. В связи с унификацией подходов к определению экологического качества поверхностных вод в странах ЕС была разработана система его определения путем использования эталонных створов [7].

Основная цель создания сети эталонных створов в бассейне Верхнего Ертиса - установить эталонные значения показателей, по отношению к которым и будет определяться экологическое качество воды на створах испытывающих антропогенное влияние. Это позволит повысить объективность информации по качеству поверхностных вод, которая является основой эффективного управления водными ресурсами бассейна.

Под речным эталонным створом понимают участок реки находящийся под минимальным антропогенным воздействием, гидроморфологические, биологические, физическо-химические характеристики которого максимально приближены к исходному (естественному) состоянию.

Эталонные створы в каждом суббассейне Верхнего Ертиса должны быть расположены на реках разного порядка (по принятой гидрологической классификации). Как модельные предлагаются следующие эталонные створы: участок р. Брекса (Филипповка), расположенный в 7 км выше г. Риддер; участки р. Ак Оба и р. Кара Оба, расположенные на территории Западно-Алтайского государственного природного заповедника; участки р.

Белая Берель, р. Буктырма, расположенные на территории Катон-Карагайского государственного национального природного парка.

Материалы по разработке и апробации вышеуказанных эталонных створов представлены в ряде публикаций [5, 6]. В результате исследования донных сообществ беспозвоночных водотоков бассейна р. Ульби, Буктырма, Оба, в т.ч. протекающих на территории ООПТ Восточного Казахстана, создана модель биоценоза «эталонного створа» для средних и малых рек бассейна Верхнего Ертиса. Она содержит более 16 таксонов, включая не менее 3 видов личинок веснянок, не менее 5 видов личинок поденок, не менее 3 видов личинок ручейников. В состав макрозообентоса эталонного створа также входят второстепенные таксоны - личинки двукрылых, пиявки, моллюски, ракообразные, личинки клопов и жуки, олигохеты. Количество и состав второстепенных таксонов может варьировать. Модель сообщества зообентоса эталонного створа предназначена для метрологического обеспечения измерений при оценке качества поверхностных вод по показателям зообентоса и контролю погрешности результатов измерений [5]. Модифицированный биотический индекс Вудивисса позволяет более объективно оценивать качество вод при проведении мониторинговых, рекогносцировочных, экспертных работ в бассейне Верхнего Ертиса. При составлении адаптированной расчетной таблицы учтены особенности региональной гидрофауны водотоков ООПТ и показатели «эталонного» створа.

Как результат многолетнего мониторинга водотоков импактной зоны и исследований гидробиоценозов водотоков, протекающих на территории ООПТ Восточного Казахстана разработана и внесена в реестр Казахстана методика выполнения измерений (МВИ) «Воды поверхностные. Оценка качества по показателям макрозообентоса», созданы методические рекомендации «Оценка качества поверхностных вод по показателям макрозообентоса» и «Разработка эталонного створа».

Выбор потенциальных эталонных показателей и их спецификация.

Эталонные показатели, которые могут быть использованы для оценки экологического качества вод в бассейне Верхнего Ертиса разделены на три типа: гидрофизические, гидрохимические и гидробиологические. Последние из них являются основными для определения экологического состояния водных экосистем. В европейском протоколе STAR указывается, что перечень гидрофизических и гидрохимических показателей должен быть минимален, и включать только те из них, которые существенным образом влияют на состояние биоты.

Процесс определения экологического качества воды фактически представляет собой классификацию участков реки на основании определенных показателей и последующем сравнением их метрик. Метрика – это характеристика биоты, которая изменяется некоторым предсказуемым путем с увеличением антропогенной нагрузки. Из данного определения следует, что в качестве метрики могут быть использованы различные показатели, характеризующие состояние отдельных сообществ входящих в речную биоту. Основное требование к метрике – низкая вариабельности в пределах нормы (оцениваемая по коэффициенту вариации) и чувствительность к различным нарушениям [1, 7].

Подавляющее большинство стран использует макрозообентос, как основу для биоиндикации. При этом основное внимание уделяется использованию чувствительных таксонов бентоса, т.е. фактически, системы видов-индикаторов и биотических индексов.

Донные беспозвоночные и их сообщества являются чувствительными индикаторами загрязнения биогенными и токсическими веществами, закисления и эвтрофикации водных объектов. Структурные и функциональные характеристики зообентоса являются перспективным элементом системы мониторинга загрязнения поверхностных вод и позволяют определить экологическое состояние и трофический статус водных объектов; оценить качество поверхностных вод как среды обитания организмов; определить совокупный эффект комбинированного действия загрязняющих веществ; локализовать источник загрязнения; установить тип

загрязнителей и возникновение вторичного загрязнения вод. Преимущества зообентоса при индикации загрязнения определяются приуроченностью к определённым субстратам, лабильностью при реакции на загрязнение, относительной устойчивостью к паводковому сносу и повышенной мутности воды, чувствительностью к воздействию токсического и теплового загрязнения [2, 3].

Сравнительный анализ биоиндикационных показателей, индексов и метрик, предлагаемых для использования при определении качества воды Европейской Рамочной Водной Директивой, ранее был проведен для малых рек лесостепной зоны Высокого Заволжья, относящихся к предгорным водотокам, и в различных створах рек, впадающих в р. Сок: Байтуган, Камышла, Сосновка, а также для малых рек бассейна р. Припять.

Результаты многолетнего мониторинга водотоков импактной зоны и исследований водотоков, протекающих на территории ООПТ Восточного Казахстана [6] в бассейне Верхнего Ертиса позволяют предложить следующие метрики для оценки экологического качества воды:

– *число таксонов зообентоса (S)*. Число таксонов определяется для каждой взятой пробы. Для ряда классов (Oligochaeta, Arachnoidea) определение беспозвоночных до уровня вида не производится, и класс указывается целиком. Для отряда Diptera (семейства Chironomidae, Simuliidae, Ceratopogonidae, Tipullidae, Dixidae и пр.) определение беспозвоночных до уровня вида также не производится, и семейство указывается целиком. Следует отметить, что для получения корректных результатов, определение данной метрики должно производиться с использованием одинакового уровня таксономической идентификации различных групп гидробионтов.

– *индекс EPT*. Этот индекс представляет собой сумму числа видов семейств Ephemeroptera, Plecoptera и Trichoptera. Число видов определяется для каждой взятой пробы и затем суммируется.

– *индекс BMWP*. Индекс рабочей группы биологического мониторинга (Biological Monitoring Working Party Index, BMWP) разработан Институтом пресноводной экологии (Великобритания) в рамках системы RIVPACS,

которая является основной для оценки состояния текущих вод в Великобритании и Австралии.

– индекс *ASPT*. Индекс средних значений таксонов (*Average Score Per Taxon Index, ASPT*) является производным от *BMWP* и рассчитывается по следующей формуле:

$$ASPT = BMWP / \text{число обнаруженных таксономических групп в индексе } BMWP.$$

– модифицированный биотический индекс Вудивисса *TBI* (*Trent Biotic Index*).

Расчет индексов *BMWP*, *ASPT*, модифицированный *TBI* производится согласно существующим таблицам.

Спецификация эталонных показателей. Спецификация эталонных показателей для последующей оценки экологического статуса речного бассейна фактически представляет собой детальное описание эталонных показателей и методик получения их метрик, а также их сравнение с соответствующими метриками, полученными для аналогичных створов речного бассейна. Это сравнение проводится путем расчета показателя *EQI* (*ecological quality index*), который является частным от деления метрики для какого-либо створа на метрику эталонного створа. Главная проблема в использовании этого показателя – пределы его изменения для конкретного качества речных вод [7].

Отнесение исследуемого створа к определенному классу чистоты воды производится на основании величины отклонения тестируемого показателя от эталонных условий, т.е. по индексу *EQI*. Границы между различными классами чистоты воды определяются на основании данных полученных на эталонных створах. Величины *EQI* могут быть использованы для расчета таких эталонных показателей как число таксонов макробеспозвоночных, а также индексов *EPT* и *TBI*, для индексов *BMWP* и *ASPT* существует собственная шкала экологического качества вод.

Выводы и рекомендации. После принятия Европейским Сообществом Рамочной Водной Директивы стало очевидным, что ее многие положения и экологические цели могут быть реализованы только при интегрированном

подходе к водным объектам. Одним из таких методов интеграции, который включает гидрологию, гидроморфологию, гидрохимию и гидробиологию, является система эталонных створов.

Европейская Рамочная Водная Директива дала существенный толчок развитию и совершенствованию систем биоиндикации, в частности это относится к процессам интеркалибровки, унификации методов отбора проб, их обработки и последующему анализу.

В течение ряда лет (2006–2015 гг.) применительно к водотокам бассейна Верхнего Ертиса проведен сравнительный анализ биоиндикационных показателей, индексов и метрик, предлагаемых для использования при определении качества воды Европейской Рамочной Водной Директивой, осуществлена модификация биотического индекса Вудивисса с учетом региональных особенностей фауны, разработана сеть эталонных створов.

Бассейн Верхнего Ертиса разнороден по гидрологическим и гидрохимическим показателям. Этот факт должен непременно учитываться при создании сети эталонных створов. Исходя из этого, минимальное количество таких створов в бассейне, с учетом рек разного порядка, не должно быть меньше 6–8. Наиболее соответствующими участками бассейна могут быть ООПТ (Западно-Алтайский государственный природный заповедник, Катон-Карагайский государственный национальный природный парк), а также верхние течения рек, расположенные в зонах, где антропогенное влияние сведено к минимуму.

В целом, подход, основанный на сети эталонных створов, позволит более реалистично оценивать состояние рек в бассейне Верхнего Ертиса. Кроме того, бассейн Верхнего Ертиса можно рассматривать как «полигон» для адаптации казахстанского водного законодательства к законодательству ЕС, а именно через внедрение положений Водной Рамочной Директивы. Этот опыт можно будет распространять на другие речные бассейны Казахстана.

Для получения достоверной информации об экологическом состоянии речных бассейнов Республики Казахстан необходимо:

– оптимизация государственной системы гидробиологического мониторинга на основании имеющегося опыта внутри страны и лучшего мирового опыта;

– разработка на основе международных стандартов Республики Казахстан, регламентирующих методы гидробиологического мониторинга;

– выбрать Жайсан-Ертисский бассейн в качестве модельного для оптимизации системы гидробиологического мониторинга и биологического контроля качества воды в Казахстане.

Литература

1. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council – Establishing a framework for Community action in the field of water policy. – European Commission. Brussels, Belgium, 23 October 2000.
2. Баканов А.И. Использование характеристик разнообразия зообентоса для мониторинга состояния пресноводных экосистем // Мониторинг биоразнообразия. – М., 1997. – С. 278-282.
3. Безматерных, Д.М. Зообентос как индикатор экологического состояния водных экосистем Западной Сибири: аналит. обзор / Гос. публич. науч.-техн. б-ка Сиб. отд-ния Рос. акад. наук, Ин-т вод. и экол. проблем. – Новосибирск, 2007. – 87 с.
4. Бурлибаев М.Ж., Амиргалиев Н.А., Шенбергер И.В., Скольский В.А., Бурлибаева Д.М., Уваров Д.В., Смирнова Д.А., Ефименко А.В., Милуков Д.Ю. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана. Т.1. – Алматы: Издательство «Қағанат», 2014. – 742 с.
5. Евсеева А.А. Контроль испытаний качества вод по показателям зообентоса // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: труды Всероссийской научной конференции с международным участием: в 2 т. – Барнаул, 2014. – Т. II. – С. 143-149.
6. Евсеева А.А. Система эталонных створов как метод оценки уровня антропогенной нагрузки водотоков бассейна реки Ульба // Экология малых рек в XXI веке: биоразнообразие, глобальные изменения и восстановление экосистем. Тезисы докладов Всероссийской конференции с международным участием (г. Тольятти, 5-8 сентября 2011 г.) / отв. ред. Т.Д. Зинченко, Г.С. Розенберг. – Тольятти: Кассандра, 2011. – С.52
7. Семенченко В.П., Тищиков И.Г. Оценка качества воды и мониторинг поверхностных вод в бассейне реки Припять путем создания сети эталонных створов как шаг к внедрению Водной Рамочной Директивы: Методическое руководство, 2000. – 13 с.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ, ОЦЕНКИ И ФАКТОРЫ СОВРЕМЕННЫХ И БУДУЩИХ ИЗМЕНЕНИЙ СТОКА И ВОДНОГО РЕЖИМА РЕК В БАССЕЙНЕ Р. ЖАЙЫК (УРАЛ)

Кенжебаева А.Ж.¹, Магрицкий Д.В.², Евстигнеев В.М.², Юмина Н.М.², Школьный Д.И.²,
Ермакова Г.С.³, Похорская В.П.⁴

¹ Филиал «Институт географии», Астана, Казахстан

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

³ Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова, Москва, Россия

⁴ Филиал РГП «Казгидромет» по Атырауской области, г. Атырау, Казахстан

e-mail: aiymgul_92@bk.ru

Аннотация. Выявлены основные пространственно-временные закономерности и тенденции многолетних колебаний годового стока и элементов водного режима в бассейне р. Жайык (Урал). Определены климатические и антропогенные причины их изменчивости. Приведена оценка естественных и фактических водных ресурсов реки. Составлен прогноз изменения стока р. Жайык (Урал) и его основных притоков на середину XXI в.

Ключевые слова: Жайык, Урал, сток и водный режим, многолетняя изменчивость, прогноз

REGULARITIES, ASSESSMENT AND FACTORS OF CURRENT AND FUTURE FLOW AND WATER REGIME CHANGES IN THE ZHAIYK (URAL) RIVER BASIN

Kenzhebayeva A.Zh.¹, Magritsky D.V.², Evstigneev V.M.², Yumina N.M.², Shkolnyi D.I.²,
Ermakova G.S.³, Pokhorskaia V.P.⁴

¹ The Branch of the Institute of Geography, Astana, Kazakhstan

² M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

³ N.N. Zubov State Oceanographic Institute, Moscow, Russia

⁴ The Branch of Kazhydromet in Atyrau oblast, Atyrau, Kazakhstan

e-mail: aiymgul_92@bk.ru

Abstract. The main spatial and temporal regularities and tendencies of the annual flow and water regime's elements long-term fluctuations in the Zhaiyk (Ural) River basin were identified. The climatic and anthropogenic causes of their variability were determined. The natural and factual river water resources were estimated. The forecast of the Zhaiyk (Ural) River and its main tributaries flow changes was made for the middle of the 21st century.

Keywords: Zhaiyk, Ural, flow and water regime, long-term variability, forecast

Введение. Река Жайык протекает в Российской Федерации (Башкирия, Челябинская и Оренбургская обл.) и Республике Казахстан (Западно-Казахстанская и Атырауская обл.). В России она называется Урал. Длина реки 2428 км, и по этому показателю среди европейских рек она уступает только Волге и Дунаю. Площадь бассейна 237 тыс. км² (в некоторых источниках – 231 тыс. км²), а вместе с бессточным бассейном Урало-Эмбинского междуречья увеличивается до 380–400 тыс. км² [6].

В бассейне реки, по оценкам авторов, проживает около 3,95 млн. чел. (на 2015 г.), размещены крупные промышленные города, развиты добывающая и обрабатывающая промышленность, сельскохозяйственное производство. Бассейн реки относится к районам с недостаточным и крайне

недостаточным увлажнением. Крайне высокие внутри- и межгодовая изменчивости стока реки обуславливают дефицит в пресной и чистой воде для населения и водопользователей. Река Жайык – трансграничный водоток, что формирует проблемы при совместном использовании водных ресурсов.

Несмотря на особое положение бассейна реки Жайык, его важную социально-экономическую и экологическую роль, испытываемый недостаток пресной и чистой воды, комплексных исследований текущей гидрологической ситуации, факторов стока, их многолетней изменчивости в настоящее время и прогноза изменений в будущем, актуализированных оценок характеристик стока мало; некоторые вопросы не изучены вовсе.

Целью работы являлось изучение прошлой и текущей ситуации, связанной с речным стоком и водным режимом р. Жайык (Урал), понимание причин их изменчивости и прогноз будущей ситуации.

Материалы и методы. Для достижения цели и решения задач исследования были использованы соответствующие материалы и методы. Это – данные гидрологического мониторинга, взятые из Гидрологических ежегодников и Государственного водного кадастра, по средним суточным, месячным и годовым расходам воды, характерным расходам воды и датам их наблюдений за весь период наблюдений (вплоть до 2014 г.) по 12 гидрологическим постам (г/п) на р. Жайык (Урал) – г. Верхнеуральск (с 1936 г.), с. Кизильское (с 1926 г.), пос. Березовский (с 1948 г.), г. Оренбург (с 1927 г.), с. Кушум (с 1912 г.), пос. Тополи (с 1936 по 1972 г.), пос. Махамбет (с 1972 г.) и г. Атырау (с 1950 г.) и ее притоках: р. Орь – с. Истемес (с 1956 г.), р. Сакмара – с. Каргала (с 1920 г.), р. Илек – пос. Веселый (с 1951 г.); также ежегодные данные водохозяйственного мониторинга по искусственным заборам и сбросам речных и подземных вод, антропогенным изменениям речного стока и другим аспектам водохозяйственной деятельности.

Для анализа многолетней изменчивости сезонных и годовых величин приземной температуры воздуха и сумм атмосферных осадков использованы

данные сетевых метеостанций Росгидромета и Казгидромета, доступные на портале ВНИГМИИ МЦД, а также на основе результатов глобального объективного анализа данных NASA. Ряды обрабатывались с уже исправленными месячными суммами осадков, не содержащими главных систематических ошибок. Были отобраны 6 метеостанций (м/с): Верхнеуральск, Зилаир, Оренбург, Актобе, Уральск и Атырау. Метеостанции равномерно распределены по территории бассейна, включая зону формирования речного стока; расположены на высотах от –23 (м/с Атырау) до 522 м (м/с Зилаир); среднее расстояние между ними равно 70–100 км.

В качестве методов обработки и анализа исходных гидрометеорологических данных использованы стандартные гидрологические расчеты, статистические методы анализа многолетних рядов с помощью критериев Фишера (*F-test*) и Стьюдента (*t-test*), критериев Андерсена (*t(A)*) и числа серий (*t(u)*), коэффициента ранговой корреляции Спирмена (*SpearmanRCC*). Также использованы водно-балансовые, интегральные, статистические и др. методы проверки многолетних рядов на нарушение условий формирования и транзита речного стока хозяйственной деятельностью. Часть статистического анализа выполнена в программах Гидрорасчеты, MS Excel и Statistica. На основе непрерывного ряда среднесуточных расходов воды на постах Кушум и Махамбет (Тополи) для каждого года определены даты начала и окончания половодья, летне-осенней и зимней межени, объемы стока за эти сезоны ($W_{П}$, $W_{ЛО}$ и W_3).

Оценки изменений речного стока в бассейне р. Урал к середине XXI в. получены с использованием методики, разработанной авторами на базе метода водного баланса и успешно апробированной для средних рек Восточно-Европейской равнины и Западной Сибири [5]. Среднемноголетний годовой слой стока (y) оценивался по эмпирической модели вида $y=f(P_T, T_0)$, где P_T – сумма осадков за год, T_0 – сумма среднемесячных положительных температур воздуха; слой стока половодья ($h_{п}$) – по $h_{п}=f(P_3)$, где P_3 – слой осадков за период с отрицательными температурами. Коэффициент вариации

годового стока рассчитывался по другой модели: $Cv = f(Cv_p, J)$, в которой Cv_p – коэффициент вариации P_r , J – индекс сухости ($= E_0 / P_r$), E_0 – испаряемость; E – испарение. Данные для обоснования расчетных зависимостей взяты из фундаментальных работ, а также получены по результатам обработки данных стационарных наблюдений и для территории 37 административных субъектов РФ и РК, в центре которой расположен бассейн р. Урал. Для составления прогноза использованы результаты климатического моделирования на базе 12 моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) проекта СМIP3 (по сценарию эмиссии парниковых газов и аэрозолей A2).

Полученные результаты. В ходе работы определены три группы основных *антропогенных факторов*, воздействующих на сток и режим Жайык. Это – водохозяйственные мероприятия, проводимые в бассейне реки в XX и начале XXI вв., сооружение водохранилищ и прудов для регулирования неравномерного распределения стока и формирования запасов пресных вод, сооружение водозаборов и водосбросных сооружений, каналов и др. для целей водоснабжения населения, предприятий и сельскохозяйственной отрасли. Крупными водохранилищами в бассейне реки являются Ириклинское, Верхнеуральское, Магнитогорское на главной реке, а также Актюбинское и Каргалинское в бассейне р. Илек. Потери водных ресурсов при создании водохранилищ происходили при разовом и безвозвратном изъятии речных вод на заполнение мертвого объема водохранилищ ($\sim 0,8$ км³), на водонасыщение берегов и дна – от $\sim 0,02$ до $0,4$ км³, по В.С. Вуглинскому (1991), И.А. Шикломанову, Г.М. Веретенниковой (1977). Также потери стока обусловлены общим испарением, составляющим для всех водохранилищ бассейна от $\sim 0,26$ км³/год на уровень 1975 г. [8] до $\sim 0,45$ км³/год, согласно приближенным оценкам авторов. Регулирование максимального стока водохранилищами также приводит к ежегодному сокращению водопотерь в нижнем бьефе в размере от $0,4$ [8] до $0,14$ км³/год, по Г.В. Пряхиной. Исходя из этого видно, что негативное влияние

водохранилищ на норму стока Урала в действительности не так велико, как принято думать.

Забор речных и подземных вод влияет на сезонный и годовой сток рек, но к реальному его снижению приводит именно безвозвратное водопотребление. Заметный его рост произошел во второй половине 1950-х и в 1960-х гг. (рис. 1 д) и связан с заполнением Ириклинского и Верхнеуральского водохранилищ; увеличением забора свежей воды промышленными узлами; освоением целинных земель и сопровождавшим его увеличением объемов лиманного и регулярного орошения, забора воды в Кушумский канал (с 1956 г.), появлением новых и разрастанием существовавших населенных пунктов. В 1985–1990 гг. суммарный водозабор, водоотведение и безвозвратное водопотребление в бассейне Урала достигли максимальных показателей в 4,69, 2,31 и 2,38 км³/год [3]. В 1990-х гг. полное и безвозвратное водопотребление стало снижаться и в 1999–2007 гг. составило 2,91 и 1,11 км³/год [3, 4]. В российской части бассейна суммарный водозабор снизился с 2,8–2,9 до 2,0–2,1 км³/год, в казахстанской – с 1,7 до 0,7–0,9 км³/год [3,4]. В целом, весь комплекс антропогенных факторов, включая дополнительное испарение с водохранилищ, обеспечил уменьшение годового стока реки на 2,44 км³/год в 1985–1990 гг. (или ~16,5–17,5% условно-естественного стока в эти годы) и на 1,43 км³/год в 1999–2013 гг. (~12–13%) (рис. 1 д). Согласно СКИОВО, объемы водопотребления к 2020 г. планируется увеличить в российской части бассейна примерно на 10%, по сравнению с уровнем 2010 г.

Мероприятия по преобразованию поверхности речных бассейнов – третья группа факторов, оказывающих косвенное воздействие на речной сток. К ним относятся вырубка лесов, мелиоративные и агротехнические мероприятия, урбанизация территории и др., которые способны как увеличивать, так и уменьшать сток рек. В отношении р. Урал данный вопрос исследован недостаточно, неизвестно начало периода со статистически значимой величиной этого воздействия, хотя некоторые специалисты относят

его к началу – середине 1950-х гг. В [7] влияние агротехнических мероприятий на годовой сток Урала (его уменьшение в 1956–1972 гг.) оценено в створах с. Кушум и с. Тополи в $0,57 \text{ км}^3/\text{год}$.

Таким образом, хозяйственная деятельность начала заметно влиять на общий сток Урала примерно с середины 1950-х гг., на водный режим – с 1958 г. Антропогенное воздействие достигло максимальных показателей с 1973 г. по первую половину 1990-х гг. В последние 15–20 лет оно относительно установившееся, но меньше по величине.

Климатические факторы стока. Начало современного потепления в бассейне р. Урал датируется 1970-ми гг., а основное и статистически значимое приходится на окончание 1980-х гг. – середину 1990-х гг. Величина потепления возрастает к средним и южным районам бассейна, испытывающим серьезный дефицит увлажнения. В начале XXI в. потепление сохранилось и даже усилилось в летний и осенний сезоны; лишь зимой с 2007 г. отмечено некоторое похолодание, что связывают с ослаблением западного переноса воздушных масс и усилением азиатского антициклона. В летние сезоны эти процессы ведут к устойчивому росту средней сезонной температуры. Другим подтверждением происходящих в бассейне Урала серьезных климатических изменений служит резкое увеличение с середины 1990-х гг. суммы положительных температур воздуха за холодный период (с 1 ноября по 31 марта), что свидетельствует об увеличении частоты и мощности зимних оттепелей. На м/с Оренбург отклонение суммы положительных температур в 1995–2015 гг. от условий базового периода (1961–1990 гг.) составило $+27^\circ\text{C}$; на м/с Верхнеуральск $+13,4^\circ\text{C}$.

Анализ атмосферных осадков позволил определить, что на рубеже 1970-х – 1980-х гг., т.е. в период фиксируемого в регионе потепления, на большинстве опорных метеостанций бассейна зафиксировано увеличение годового слоя осадков, обусловленное повышением осадков в летний, осенний и зимний календарные сезоны, что привело к небольшому увеличению водности реки Урал. В середине 1990-х гг. произошла смена

тенденций в отношении летних и осенних сумм осадков, тогда как в зимний и весенний сезоны повышенное количество осадков сохранилось, а на отдельных метеостанциях слой осадков весеннего сезона испытал заметный рост. Сложение двух противоположных тенденций в колебаниях сезонных сумм осадков в последние 20 лет обусловило некоторое уменьшение годового слоя осадков. Другим следствием изменения характера колебаний слоя осадков стало снижение его коэффициента вариации.

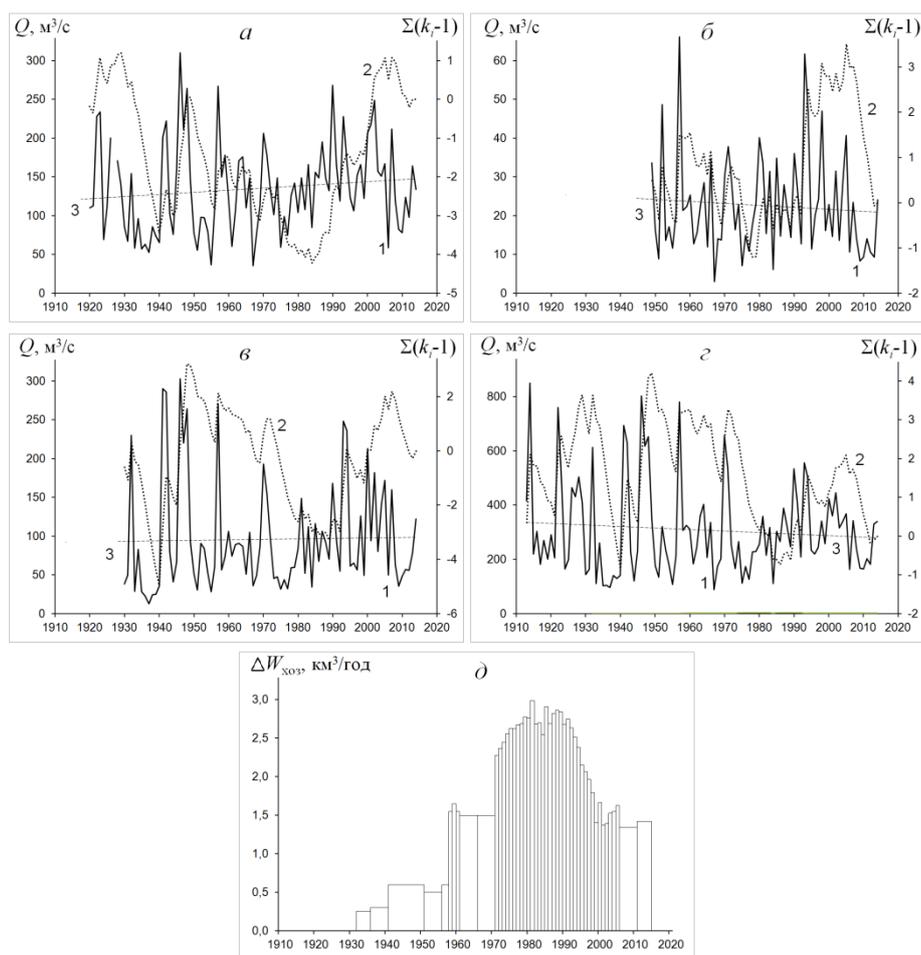


Рис. 1 – Многолетние изменения годового стока рр. Сакмара (а, г/п Каргала), Илек (б, г/п Веселый №1), Урала (в, г/п Оренбург; г, г/п Кушум) и хозяйственного уменьшения стока р. Урал (д, до 1970 г. из [9]; с 1971 г. из [3,4] с добавлениями авторов). 1 – график среднегодовых расходов воды; 2 – разностная интегральная кривая среднегодовых расходов воды; 3 – линейный тренд

Водные ресурсы р. Жайык. Бассейн реки можно разделить на области формирования и преимущественно потерь речного стока. Условная граница между ними пересекает реку ниже впадения в нее р. Барбастау (775-й км). Ниже по течению река практически не имеет боковой приточности, и его

сток постепенно уменьшается. Согласно оценкам авторов, фактический (W_{ϕ}) и условно-естественный (W_{ye}) годовой сток воды р. Урал в начале бесприточного участка за более чем столетний период (1913–2014 гг.) равен 10,1 и $\sim 11,1$ км³/год (табл. 1). Полученные авторами W_{ϕ} и W_{ye} соответствуют модулю ($M_{год}$) и слою годового стока в 1,69 и 1,86 л/с·км², 53 и 59 мм. Существенно выше $M_{год}$ в горной части бассейна – в самом верхнем течении Урала (г/п Верхнеуральск – 2,88 л/с·км² за 1930–2014 гг.), у правобережных полноводных притоков (г/п Каргала – 4,6 л/с·км²). У небольших горных рек $M_{год}$ может превысить 6–8 л/с·км² [1, 2]. Наиболее низкий сток у рек Прикаспийской низменности – порядка 0,1–0,15 л/с·км². На г/п Истемес и Веселый №1 $M_{год}$ равен 0,48 и 1,31 л/с·км².

К опорному посту в с. Кушум фактический сток р. Урал снижается на 4%, главным образом за счет оттока части вод в Кушумский канал. В 1970–2014 гг. последний был равен 0,7 км³/год. К г/п Тополи, Махамбет и Атырау W_{ϕ} уменьшается на 11,2, 15,6 и 19,5%, но может снижаться соответственно на 20–30, 30–40 и 40–45%.

Ниже г/п Атырау раскинулась современная дельта Урала, в которой, согласно водно-балансовому мониторингу и расчетам ГГИ и ГОИНа (1992, 2003), расходуется от 0,54 до 0,40 км³ воды в год. Забор воды в дельте не превышает 0,1 км³/год. В итоге, на морском крае дельты $W_{\phi} \approx 7,73$ км³/год (или 76,5% первоначальной величины стока р. Урал) и $W_{ye} \approx 9,0$ км³/год (81,1%). Рассчитанные объемы стока способствуют ежегодному приращению уровня Каспия на 2–2,5 см. В естественных условиях (1912–1957 гг.) потери фактического стока на участке Уральск–МКД были меньше, чем в период максимальной антропогенной нагрузки (1978–2014 гг.), и в абсолютных, и в относительных величинах (табл. 1).

Многолетняя изменчивость годового стока рек бассейна Урала. Годовой сток Урала и его притоков за период инструментальных измерений претерпел существенные климатически обусловленные и антропогенные изменения, в которых прослеживается ряд важных особенностей и

закономерностей. В качестве «точек перелома» для рек бассейна выбраны 1958 и 1978 гг., для уточнения параметров кривых обеспеченностей – только 1958 г. Статистически значимое (по F -test) снижение межгодовой изменчивости характеристик стока произошло с переходом от условно-естественного периода, завершившегося, по сути, в 1957 г., к периодам нарастания (1958–1977 гг.) и максимальной (с 1978 г.) водохозяйственной нагрузки. Оно наблюдается на всех основных притоках и верховьях р. Жайык, но в большей степени на зарегулированных участках. Чрезвычайная межгодовая неравномерность стока р. Жайык является отличительной ее чертой. В естественных условиях коэффициент вариации (C_v) среднегодовых расходов воды ($Q_{\text{ср}}$) на постах Каргала, Кизильское, Оренбург и Кушум достигал 0,57, 0,94, 0,96 и 0,69; превышение наибольшего $Q_{\text{ср}}$ над наименьшим (наиб. $Q_{\text{ср.}}$ /наим. $Q_{\text{ср}}$) было 8,5, 22,2, 24 и 8,4 раз. В 1958–2014 гг. C_v уменьшился соответственно до 0,35, 0,62, 0,58 и 0,41, наиб. $Q_{\text{ср.}}$ /наим. $Q_{\text{ср}}$ – до 7,6, 21, 7,8 и 7,4. Что не совсем обычно, одновременно снизилась скоррелированность стока смежных лет, например, на г/п Кизильское с 0,84 до 0,26, на г/п Каргала – с 0,51 до 0,24. Снижение C_v , за редким исключением, зафиксировано и у остальных характеристик стока – максимальных расходов воды ($Q_{\text{макс}}$) и объема стока половодья ($W_{\text{п}}$), минимальных расходов летне-осенней межени ($Q_{\text{минЛО}}$) и минимальных расходов зимней межени ($Q_{\text{минЗ}}$).

Изменения объемов стока во время перехода от одного периода к следующему в немалой степени связаны с различиями в структуре и объемах водопользования выше по течению. Для зарегулированных территорий, а также территорий с большим водопотреблением, 1958-1977 гг. являлись самыми маловодными. В 1978-2014 гг. продолжался рост объемов водопотребления и потерь на испарение, но водность Жайыка выросла в виду роста осадков и положительных тенденций в многолетнем ходе всех сезонных составляющих годового стока. На равнинных и степных реках левобережной части бассейна рост в третий период если и был, то совсем

незначительный. Стационарность рядов по среднему (*t-test*) не нарушена, чего нельзя сказать о $Q_{\text{макс}}$ в среднем и нижнем течении Урала, о меженном стоке зимы на многих постах.

Колебания годового стока имеют циклический характер, что наглядно иллюстрируют РИК. Продолжительность циклов на нижнем Урале составила за 1913–2014 гг. 4,9 лет, далее следуют 11,3, 14,6, 7,3 и 6 лет. Также выделяются периоды продолжительностью 8,5, 4,6, 20,4 и 25,5 лет.

Водный режим и его многолетние изменения. По условиям водного режима реки бассейна р. Урал относятся к Казахстанскому типу [6]. Лишь горные реки в северной лесной части бассейна относятся к Восточно-Европейскому типу. Это обуславливает крайне неравномерное внутригодовое распределение стока. Основная фаза водного режима – весеннее половодье. Во время него в условно-естественный период проходило от 75 до 85% годового стока и максимальные за год расходы воды. Обнаружены довольно тесные ($R^2 \approx 0,93–0,99$ до 1958 г.) и надежные эмпирические связи между параметрами половодья и годовым стоком в низовьях Урала вида $W_{\text{П}}=f(Q_{\text{макс}})$ и $W_{\text{год}}=f(W_{\text{П}})$. С завершением условно-естественного периода доля весеннего половодья в годовом стоке снизилась до 65–75% (за исключением р. Орь); на участках рек заметного антропогенного воздействия, особенно со стороны водохранилищ, уменьшились $W_{\text{П}}$ и $Q_{\text{макс}}$, а также высота половодья и опасность наводнений; начало и окончание половодья сместились на более ранние даты; изменились параметры кривых обеспеченностей $W_{\text{П}}$ и $Q_{\text{макс}}$, форма гидрографа половодья. Ниже плотины Ириклинского водохранилища волна половодья на р. Урал стала почти незаметной [2]. Но уже после впадения в р. Урал Сакмары влияние водохранилища на гидрограф становится менее заметным. Тем не менее, на г/п Кушум длительность подъема половодья увеличилась с 24,5 сут. в 1936–1957 гг. до 40,9 сут. в 1978–2012 гг., вершина половодья приобрела более сглаженный вид и меньшую высоту, длительность спада сократилась с 84,2 до 62,5 сут. Изменился характер связей между

параметрами стока; уменьшилась их теснота ($R^2 \approx 0,85-0,95$). По сути, перестала существовать связь между W_{Π} и $W_{\text{ЛЮ}}$.

Летне-осенняя межень с паводками начинается с окончанием половодья (в июне–июле) и завершающаяся с установлением ледостава на реках (в ноябре–декабре). Антропогенные и климатические факторы благоприятно повлияли на параметры летне-осенней межени, увеличив $W_{\text{ЛЮ}}$ (в 1,3–1,6 раза и более, за исключением р. Орь), его долю в годовом стоке (варьировалась от 5–20%, стала 15–25%) и продолжительность (на постах Кушум и Махамбет на 22 сут. Аналогичные по направленности изменения, но бóльшие по величине, зафиксированы в отношении параметров зимней межени (третьей основной фазы водного режима), за исключением лишь одного – ее продолжительность уменьшилась соответственно на 16,6 и 12,3 сут.

Прогноз изменения речного стока на середину XXI в. Согласно расчетам авторов, к середине XXI в. (2046–2065 гг.) следует ожидать общего снижения стока рек в бассейне р. Урал, по отношению к его величине в 1961–1989 гг. При среднем варианте развития бóльшая часть бассейна попадает в область понижения стока на 10–20%, и только на южных окраинах, где рек практически нет, ожидается более серьезное его уменьшение. При наилучшем варианте годовой сток рек понизится на 5–10% в северной части бассейна и на 10–15% в южной. При наихудшем варианте сток снизится более чем на 20–30% во всем бассейне. Коэффициент вариации при этом, возможно, возрастет на 5–10% у рек большей части бассейна. Но современные данные, пока эту тенденцию не фиксируют. Лишь на крайнем юге, с минимальным числом рек и их отсутствием, ожидается снижение C_v на 10% и выше. В результате, общее сокращение стока и увеличение межгодовой его изменчивости приведут к повышению повторяемости маловодных лет, включая годы с экстремально низкой водностью.

В отличие от годового стока картина распределения величины K_y (отношение будущего стока к базовому) стока половодья более пестрая. На крайнем юге бассейна ожидается уменьшение стока половодья более чем на 50%, а на крайнем северо-востоке менее чем на 10%. В основной части бассейна $K_y=0,6-0,9$. При наилучшем варианте не отрицается даже увеличение стока весеннего половодья до 10% на северо-востоке. Вероятность прохождения высоких половодий ($p=1\%$) может вырасти в 2 раза.

Выводы

– Антропогенное воздействие, особенно зарегулированность водохранилищами, на сток и режим рек бассейна реки Жайык (Урал) значительно, в отношении элементов гидрографа на главном водотоке это участок между Ириклинским водохранилищем и г. Оренбург, в отношении характеристик стока – ниже г. Уральск, где сток снижается на 20–25%. Наиболее кризисным является период с середины 1970-х по начало 1990-х гг. – период наибольшего водопользования в бассейне, охватившее 30–34% речных ресурсов. В настоящее время антропогенная нагрузка составляет 24–27%, что по оценкам ВМО оценивается как критически высокая.

– Благоприятные климатические условия и сокращение объемов водопотребления ограждают от возникновения водного кризиса, по к середине XXI века следует ожидать снижение стока рек на 10–20% (в сравнении с 1961–1989 гг.) и на 20–30% при наихудшем сценарии.

– Климатические изменения на региональном уровне оказывают воздействие с конца 1970-х гг., о чем говорят гидрологические процессы на реках с минимальной антропогенной нагрузкой и также данные по условно-естественному стоку р. Жайык (Урал). В 1978–2014 гг. годовой и сезонный сток увеличился, уменьшилась межгодовая амплитуда колебаний стока и коэффициента вариации, изменились другие параметры кривых обеспеченностей.

– Воздействие климатических и антропогенных факторов на участках рек, испытывающих влияние хозяйственной деятельности, и их последствия суммируются. Что приводит к нарушению безопасности и снижению эффективности работы гидротехнических сооружений, в виду изменившихся гидрологических условия, на которые были сооружения рассчитаны, а также негативному воздействию на природные системы.

Литература

1. Атлас расчетных гидрологических карт и номограмм. – Л., 1986. – 23 л.
2. Вода России. Речные бассейны. – Екатеринбург, 2000. – 536 с.
3. Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Ежегодное издание. – Л., СПб., М., 1981–2014.
4. Демин А.П. Использование водных ресурсов России: современное состояние и перспективные оценки: Автореф. докт. дисс. – М., 2011. – 51 с.
5. Евстигнеев В.М., Сидорова М.В., Ермакова Г.С. Водные и гидроэнергетические ресурсы в условиях глобального потепления // Эколого-географические последствия глобального потепления климата XXI века на Восточно-Европейской равнине и в Западной Сибири. – М., 2011. – С. 243-294.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 12. Вып. 2. – Л., 1970. – 512 с.
7. Родионов В.З. Влияние хозяйственной деятельности на сток р. Урала // Труды ГГИ. – 1977. – Вып. 239. – С. 109-122.
8. Шикломанов И.А., Веретенникова Г.М. Влияние водохранилищ на годовой сток рек СССР // Труды ГГИ. – 1977. – Вып. 237. – С. 27-48.
9. Шикломанов И.А. Антропогенные изменения водности рек. – Л., 1979. – 302 с.

Таблица 1 – Фактический и восстановленный годовой сток р. Урал в нижнем течении

Пост	Площадь бассейна, км ²	Расстояние от моря (вдоль русла), км		Объемы годового стока реки за характерные периоды*							
		по данным Гидрометслужбы	по космическому снимку 2016 г.	1913–2014 гг.		1930–2014 гг.		1913–1957 гг.		1978–2014 гг.	
				км ³	%	км ³	%	км ³	%	км ³	%
Выше канала Кушум	189000	737	851	10,1	100	9,75	100	10,5	100	10,2	100
с. Кушум	190000	732	846	9,71 (10,72± 0,12)	96,1	9,30 (10,5± 0,15)	95,4	10,4 (10,55)± 0,05	99,0	9,50 (11,34± 0,30)	93,1
пос. Тополи	229000	200	227	8,97	88,8	8,62	88,4	9,45	90,0	9,04	88,6
пос. Махамбет	230000	145	172	8,52	84,4	8,14	83,5	9,23	87,9	8,16	80,0
г. Атырау (Гурьев)	236000	27	47	8,13	80,5	7,74	79,4	8,92	85,0	7,91	77,5
морской край дельты	237000	0	0	7,73 (9,0)	76,5	7,34 (8,8)	75,3	8,52 (8,9)	81,1	7,51 (9,5)	73,6

*в скобках – приведенные к условно-естественным условиям величины годового стока

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТРАНСГРАНИЧНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ АМУР ПРИ РАЗЛИЧНОМ ГИДРОЛОГИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

Кондратьева Л.М., Андреева Д.В., Уткина А.Н.

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск, Россия

e-mail: kondratevalm@gmail.com

Аннотация. Представлены результаты комплексной оценки изменения качества воды в реке Амур на трансграничном участке в период катастрофического наводнения 2013 года с использованием гидрохимических, спектральных и микробиологических показателей. Расчет коэффициентов корреляции между содержанием органических веществ (ОВ), определяемых по ХПК и количеством взвешенных веществ, показал, что со стоком крупных притоков (Зея, Бурея, Сунгари) поступали ОВ различного строения и генезиса. Согласно значению интегральных индексов (ИЗВ и ИКВ) во время паводка ухудшение качества воды в р. Амур установлено у правого берега в зоне влияния стока р. Сунгари (территории Китая). Значение интегрального индекса экологического состояния водного объекта соответствовало 4 классу – относительное экологическое благополучие.

Ключевые слова: Амур, наводнение, качество воды

COMPLEX ASSESSMENT OF TRANSBOUNDARY POLLUTION OF AMUR RIVER UNDER DIFFERENT HYDROLOGICAL REGIME

Kondrateva L.M., Andreeva D.V., Utkina A.N.

Institute of Water and Ecological Problems FEB RAS, Khabarovsk, Russia

e-mail: kondratevalm@gmail.com

Abstract. The results of a complex assessment of water quality change at a transboundary site of Amur River during the catastrophic flood of 2013 with the use of hydrochemical, spectral and microbiological indicators are shown. Calculation of the correlation coefficients between the content of organic matter (OM), determined by COD and the amount of suspended substances, showed that with the flow of large tributaries (Zeya, Bureya, Sungari), OMs of a different structure and genesis came into the water. According to the integral indices (WPI and WQI), deterioration of water quality in Amur River during the flood is found near the right bank in the zone of influence of Sungari River (the territory of China). The integral index of the ecological state of the water body corresponded to the 4-th class that means a relative ecological well-being.

Keywords: Amur River, flood, water quality

Река Амур имеет пограничный статус, ее бассейн расположен на территории трех стран – России, Китая и Монголии. На участке Благовещенск – Хабаровск в формировании качества воды и химического состава донных отложений принимают участие три крупных притока. На левобережной российской территории расположены бассейны двух рек Зея и Бурея. Строительство крупных гидроэлектростанций и водохранилищ на этих реках оказало значительное влияние на гидрологический режим и гидрохимическое состояние р. Амур. Крупнейшим правобережным притоком р. Амур является р. Сунгари, бассейн которой полностью находится на территории КНР. Рост промышленного производства, интенсивное развитие сельского хозяйства в бассейне р. Сунгари и активное освоение природных ресурсов Приамурья приводят к загрязнению р. Амур органическими веществами (ОВ) различного строения и генезиса, ионами биогенных

элементов и тяжелыми металлами (ТМ) [3, 6]. В воде р. Амур у левого берега преобладают вещества гумусовой природы, поступающие с водосборов рек Зeya и Бурeya. Максимальное содержание гумусовых кислот отмечается в летний период в результате паводков, а минимальное – зимой.

Проведенный комплексный анализ состояния р. Амур во время катастрофического наводнения 2013 г. показал, что, не смотря на наличие двух крупных плотин на реках Зeya и Бурeya, был установлен исторический максимум по уровню воды и степени затопления поймы вблизи городов Хабаровск (808 см) и Комсомольск-на-Амуре (912 см). Хотя за период прохождения катастрофического паводка с 29 июля по 19 августа Зейским водохранилищем было аккумулировано 8 км³ воды [1]. Синоптические процессы в 2013 г. характеризовались повышенной циклонической активностью, высокими снегозапасами, обильными осадками в весенне-летний период и интенсивным переувлажнением почв. Дождевые паводки сформировались практически на всех притоках р. Амур, обуславливая «каскадное» развитие исторического паводка [4].

На некоторых участках продолжительность затопления поймы на глубину 2-4 м и ширину 20-30 км составляла около 2 месяцев и более. В формировании общего объема паводка у Хабаровска, который длился 115 дней на долю р. Зeya приходилось более 25 %, р. Сунгари – 22%, Верхнего Амура – 20 % и р. Уссури – более 10 %. Паводок на Амуре в 2013 г. широко обсуждали в научных публикациях с различных позиций: климатических, метеорологических и гидрологических [1, 4].

Целью данной работы является оценка качества воды и экологического состояния р. Амур на трансграничном участке в зоне влияния стока р. Сунгари в период исторического наводнения 2013 г. на основании гидрохимических, спектральных и микробиологических показателей; расчета эколого-значимых индексов, используемых для оценки и прогноза изменения состояния водных ресурсов под влиянием природных и антропогенных факторов.

Материалы и методы

Для оценки качества воды в р. Амур на трансграничном участке в зоне влияния р. Сунгари в период исторического наводнения 2013 г. были использованы данные российско-китайского мониторинга [2]. Для сравнения учитывали гидрохимические показатели проб воды, отобранных на 2-х створах: с. Амурзет – с. Миньшань (выше устья р. Сунгари); с. Нижнеленинское – с. Тунцзян (ниже устья р. Сунгари) по поперечному профилю (ЛБ – у левого и ПБ – правого берега, на середине; в поверхностных и придонных слоях воды). В период паводка 2013 г. пробы из поверхностных слоев воды основного русла р. Амур были отобраны сотрудниками ИВЭП ДВО РАН по поперечному профилю по направлению от левого берега к правому. Спектрофотометрическое определение суммарного содержания растворенных органических веществ (РОВ) проводили в районе г. Хабаровска по поперечному профилю реки на спектрофотометре Shimadzu UV-3600 (Япония) при 254 нм. При пересчете на общее содержание органического углерода (мг/л) использовали калибровочную кривую. Микробиологическую оценку качества воды проводили по общей численности культивируемых на плотных питательных средах гетеротрофных (ОЧГБ) и фенолрезистентных бактерий (ФРБ).

Для расчета и оценки эколого-значимых параметров качества воды в р. Амур во время паводка применяли санитарный индекс качества воды (ИКВ), индекс загрязнения воды (ИЗВ) и интегральный индекс экологического состояния водного объекта (ИИЭС – используется для общей экологической оценки качества воды, он зависит от коэффициентов ИКВ и ИЗВ) [5].

Результаты и их обсуждение

Согласно данным многолетнего мониторинга регионального центра ГО и ЧС Хабаровского края к основным показателям загрязнения р. Амур (чаще всего превышающим значения ПДК) относятся ХПК, БПК₅, нефтепродукты, дибутилфталат, ионы NH₄⁺, Fe, Mn, Hg и Cu. Во время паводка на р. Амур в мае 2013 г. максимальная величина показателя ХПК была установлена у ЛБ

(47,0-49,0), у ПБ берега она была ниже в 2 раза. Показатели БПК₅ и содержания углеводов в этот период увеличивались по направлению от левого берега к правому, тем самым определяя различия в качественном составе органических веществ у берегов. В октябре 2013 г. на спаде паводка на створе Нижнеленинское – с. Тунцзян (ниже устья р. Сунгари) сохранялась тенденция увеличенного содержания легкодоступных ОВ у правого берега, углеводороды и фенолы не регистрировали при уровне детектирования $<0,02$ и $<0,0005$, соответственно. Наиболее мобильными оказались ионы железа, которые отражали существенное изменение качества воды по поперечному профилю р. Амур [7].

При спектрофотометрическом определении общего содержания РОВ в пробах воды, отобранных в районе г. Хабаровска в ранневесенний период, была отмечена тенденция увеличения их концентрации от левого к правому берегу (рис. 1). В июне 2013 г. на начальном этапе формирования исторического наводнения, когда уровень воды в р. Амур у г. Хабаровска составлял 402 см, содержание РОВ у левого берега и на середине реки увеличилось в 2 раза, у правого берега – в 1,3 раза. Это может быть связано с распространением вдоль левого берега РОВ, поступающих со стоком рек Зeya и Бурея, на качество воды в которых оказывают влияние крупные водохранилища. Этот тренд распределения РОВ по поперечному профилю р. Амур сохранялся и в августе 2013 г. при уровне воды у г. Хабаровска 673 см. В октябре 2013 г., на спаде уровня воды в р. Амур у левого берега и на середине реки произошло снижение содержания РОВ в 1,4 раза. У правого берега их концентрация оставалась на том же уровне, что и в августе. Это свидетельствует о том, что качество воды в р. Сунгари существенно не изменялась в течение августа-октября.

Проведенные исследования показали, что формирование качества воды р. Амур в районе г. Хабаровска у левого берега во время исторического наводнения 2013 г. происходило под влиянием гумифицированных вод с повышенным содержанием стойких природных ОВ, определяемых по

показателю ХПК, поступающих при сбросах воды из Зейского и Бурейского водохранилищ. Вдоль правого берега распространялись воды, загрязненные органическими веществами различного генезиса, поступающие со стоком рек Уссури и Сунгари.

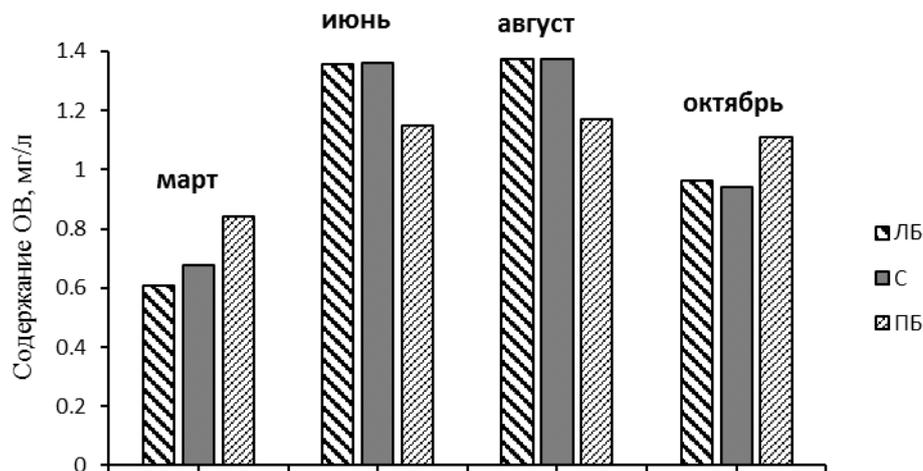


Рис. 1 – Содержание органических веществ в р. Амур в районе г. Хабаровска в 2013 г.

Наиболее ярким проявлением изменения качества воды во время паводка было повышенное содержание взвешенных веществ (ВВ). Выносимые со стоком основных притоков ВВ сложного состава, мигрируя по основному руслу р. Амур, вовлекаются в биогеохимические процессы и принимают участие в формировании донных отложений, обеспечивая в дальнейшем поступление водорастворимых ОВ и различных элементов в водную среду. Кроме того, входящие в состав ВВ разлагаемые вещества различного генезиса и строения, постепенно подвергаясь микробиологической трансформации, могут вызывать так называемые пролонгированные эффекты. В зависимости от скорости разложения органических веществ реальные последствия загрязнения водных экосистем наступают значительно позже, по сравнению со временем поступления поллютантов.

Микробиологические исследования качества воды в р. Амур в районе г. Хабаровска были проведены в конце августа 2013 г., когда уровень воды составлял 770 см и превышал исторический максимум на 1,3 м. Согласно полученным данным общая численность ГБ у правого берега по сравнению с зимним периодом выросла в 5 раз. Общий тренд увеличения

численности микробных комплексов сохранялся от левого берега к правому. Это свидетельствует о том, что основная масса ОВ и бактерий, поступивших с вышерасположенных участков, распространялись вдоль правого берега в составе паводковых вод р. Сунгари.

Численность бактерий, участвующих в цикле азота (аммонифицирующие бактерии - АМБ и нитрифицирующие бактерии - НБ) также увеличивалась по направлению к правому берегу. В отличие от зимнего периода во время паводка существенно возросла численность НБ. У правого берега количество АМБ было в 2 раза выше, чем у левого берега и в 5 раз больше, чем в зимний период. Только на середине реки их численность была минимальной. При таком пространственном распределении бактерий можно говорить о более выраженном загрязнении воды азотсодержащими органическими соединениями у правого берега.

Совершенно иное распределение по поперечному профилю реки было характерно для фенолрезистентных бактерий (ФРБ), которые в зимнее время 2013 г. отсутствовали в воде. В период паводка было зафиксировано существенное повышение их численности у левого берега. Это могло быть обусловлено затоплением припойменных участков левобережья еще в июле. Возможность разложения растительных остатков в пойме, распространение сбрасываемой воды из водохранилищ вдоль левого берега, поступление ароматических углеводов антропогенного происхождения - все это могло послужить причиной загрязнения воды фенольными соединениями. Во время паводка увеличение численности ФРБ отражало особенности загрязнения природных вод возле левого берега ароматическими углеводородами различного происхождения (природного и антропогенного).

Вопреки предварительным заявлениям природоохранных служб о том, что во время паводка качество воды в р. Амур было одинаковым по всему поперечному профилю, нами были получены совсем иные данные. Согласно микробиологическим показателям, было установлено неравномерное распределение легкодоступных азотсодержащих органических веществ и ароматических соединений фенольного ряда. Эти данные позволяют

предполагать, что возле берегов на качество воды в р. Амур влияли разные источники загрязнения. Так возле правого берега сказывалось влияние стока реки Сунгари, а вдоль левого берега распространялись воды, содержащие ароматические углеводороды, в значительной степени природного происхождения, которые поступали с затопленных пойменных участков и во время сброса воды из водохранилищ.

Проведенные микробиологические исследования на р. Амур в районе г. Хабаровска показали, что качество воды существенно изменялось по поперечному профилю во время паводка. Не смотря на общие представления об улучшении качества воды во время паводков, микробиологические показатели свидетельствовали о специфическом распределении азотсодержащих и ароматических органических веществ по поперечному профилю реки.

Одна из важных задач состояла в определении значимости отдельных компонентов для изменения качества воды во время наводнения. Для этого был проведен **анализ корреляционных связей** между содержанием трудно минерализуемых ОВ, определяемых по интегральному показателю ХПК и количеством взвешенных веществ на двух створах в зоне влияния стока р. Сунгари. Для сравнения были использованы данные в 2012 и 2013 годов (табл. 1). Расчеты коэффициентов корреляции показали, что они изменялись от положительных до отрицательных значений в зависимости от сезона, расходов воды и места отбора проб воды.

Например, в 2012 г. в мае во время весеннего увеличения расходов воды в р. Амур на обоих створах выше и ниже устья р. Сунгари наблюдали отрицательную корреляционную связь в паре ХПК-ВВ. Это свидетельствует о доминировании в воде главным образом водорастворимых ОВ. Однако в июне на обоих створах основная масса ОВ могла поступать в составе взвешенных веществ. В августе при значительном увеличении расходов на створе ниже устья р. Сунгари (по сравнению с февралем фактически в 10 раз) связь между ХПК-ВВ отсутствовала.

Другая ситуация складывалась в 2013 г. во время исторического паводка на р. Амур. В мае, когда паводковая волна формировалась под влиянием стока рек Зея и Бурея при высоких расходах воды связь между ХПК-ВВ выше устья р. Сунгари была положительной ($R= 0,795$), а ниже стока р. Сунгари – отрицательной ($R= -0,968$). Это может быть связано с разным генезисом взвешенных веществ. Влияние рек Зея и Бурея могло быть обусловлено поступлением органоминеральных комплексов, в том числе за счет технологических сбросов из водохранилищ. В это же время со стоком р. Сунгари поступали в основном минеральные взвеси. В августе и начале сентября 2013 г. на пике паводка отбор проб воды не проводили. В октябре 2013 г. на спаде паводка корреляционные связи между ХПК-ВВ на обоих створах были слабо выраженными, несмотря на разные знаки (Амурзет - Миньшань $R=-0,218$; Нижнеленинское – Тунцзян $R= 0,342$).

Проведенные **расчеты экологически значимых индексов** показали, что в начале формирования паводка в июне 2013 г. на створе Амурзет – Миншань в верхних слоях воды ИЗВ фактически не изменялся по направлению от левого берега (ЛБ) к правому берегу (ПБ) и не превышал 1, что соответствовало 2 классу качества – чистые воды. Аналогичная ситуация была на участке Нижнеленинское – Тунцзян (ниже устья р. Сунгари). Однако, в октябре 2013 г. на спаде паводка у правого берега ниже устья р. Сунгари качество воды ухудшилось до 3 класса – умеренно загрязненные (табл. 2). ИЗВ у правого берега ниже устья р. Сунгари превышало его значения на участке выше устья р. Сунгари за счет различий в концентрациях ионов марганца и железа. В июне 2012 года, значение концентрации $Fe_{общ.}$ выше и ниже устья р. Сунгари не превышало значения ПДК ($0,3 \text{ мг/дм}^3$). Тогда как в июне 2013 г. на обследованном участке у ЛБ в районе с. Амурзет содержание $Fe_{общ.}$ составляло 2,7 ПДК, у с. Нижнеленинское – 1,2 ПДК. Это могло быть связано с поступлением железосодержащих гуматных комплексов из водохранилищ и с водосборов рек Зея и Бурея. В октябре 2013 года на створе с. Нижнеленинское – с. Тунцзян у ПБ в поверхностных и придонных слоях воды содержание $Fe_{общ.}$ увеличилось до 3,5 ПДК и

превышало значения его концентрации в начале паводка. На створе с. Амурзет – с. Миньшань (выше устья р. Сунгари) концентрация $Fe_{\text{общ}}$ осталась без существенных изменений.

Согласно проведенным расчетам особое влияние на величину ИКВ оказало содержание ВВ. В октябре на спаде паводка их количество у ПБ составляло 127–174 мг/ дм³ (в поверхностном и придонном слое воды, соответственно). Содержание взвешенных веществ у ЛБ мало отличалось на обоих створах, в июне и октябре оно не превышало 40 мг/ дм³. Качество воды в р. Амур по значениям ИКВ в этот период соответствовало 3 классу – умеренно загрязненные воды (табл. 3).

На основании рассчитанных коэффициентов ИЗВ и ИКВ была проведена оценка экологического состояния р. Амур на трансграничном участке во время наводнения с использованием интегрального индекса ИИЭС. Согласно полученным данным на створах выше и ниже устья р. Сунгари в паводковый и послепаводковый период, значения ИИЭС соответствовали 4 классу – относительное экологическое благополучие. Однако, на створе ниже устья р. Сунгари (с. Нижнеленинское – с. Тунцзян) в послепаводковый период было отмечено уменьшение значения этого индекса в слоях воды, отобранных у правого берега. Это связано с ухудшением качества воды на этом створе до 3 класса – умеренно загрязненная.

Таким образом, проведенные исследования показали, что существенное влияние на экологическую ситуацию в р. Амур при разной водности оказывает р. Сунгари. Это было подтверждено рассчитанными показателями ИЗВ и ИКВ с использованием традиционных гидрохимических показателей. Наиболее чувствительным оказался коэффициент ИЗВ, который позволяет более адекватно оценить экологическое состояние водного объекта по перечному профилю реки. Так благодаря этому индексу было установлено ухудшение качества воды во время паводка у правого берега в зоне влияния стока р. Сунгари за счет поступления взвесей и органических веществ. Эта закономерность была подтверждена на спаде паводка с помощью спектральных методов определения содержания ОВ. Их количество у

правого берега мало изменялось в течение всего периода наводнения (июнь-октябрь 2013 г.)

Микробиологические исследования позволили уточнить, что качественный состав ОВ существенно изменяется по поперечному профилю реки. Присутствие фенолрезистентных бактерий в пробах воды у левого берега свидетельствует о распространении водных масс, содержащих ароматические соединения гуминовой природы поступающих со стоком рек Зея и Буряя, особенно при технологических сбросах с водохранилищ во время наводнений. Это было доказано при расчете коэффициентов корреляции в паре ХПК-ВВ ($R=0,775$).

Со стоком реки Сунгари, особенно в период пика паводка поступали быстро разлагаемые азотсодержащие органические вещества, минеральные взвеси и растворенное железо. Согласно интегральному индексу экологического состояния (ИИЭС) на створе ниже устья р. Сунгари (с. Нижнеленинское – с. Тунцзян) в послепаводковый период было отмечено уменьшение его значения в слоях воды, отобранных у правого берега. Оно было связано с переходом качества воды от 2 класса (чистые воды) к 3 классу (умеренно загрязненные воды).

Литература

1. Данилов-Данильян В.И., Гельфан А.Н., Мотовилов Ю.Г., Калугин А.С. Катастрофическое наводнение 2013 года в бассейне реки Амур: условия формирования, оценка повторяемости, результаты моделирования // Водные ресурсы. – 2014. – Т. 41. – № 2. – С. 111-122
2. Итоговый отчет о проведении совместного российско-китайского мониторинга качества вод трансграничных водных объектов в 2013 году. – Хабаровск: Изд-во: МПР Хабаровского края, 2014. – 158 с.
3. Кондратьева Л.М., Андреева Д.В., Голубева Е.М. Влияние крупных притоков на биогеохимические процессы в реке Амур // География и природные ресурсы. – 2013. – № 2. – С. 36-43
4. Фролов А. В., Георгиевский В.Ю. Экстремальный паводок 2013 г. в бассейне р. Амур // Экстремальные паводки в бассейне р. Амур: причины, прогнозы, рекомендации (Сб. докладов). – М.: Росгидромет, 2014. – С. 5-39.
5. Хабарова Е.И., Роздин И.А., Никитина С.В., Леонтьева С.В. Расчет и оценка эколого-значимых параметров // Учебно-методическое пособие. – Москва: МИТХТ, 2010. – 64 с.
6. Шестеркин В.П. Изменение химического состава вод Амура в период исторического наводнения в 2013 г. // Водные ресурсы. – 2016. – Т.43. – № 3. – С.287-296.

7. Yan B., Guan J., Shesterkin V., Zhu H. Variations of dissolved iron in the Amur river during an extreme flood event in 2013 // Chinese Geographical Science. – 2016. – Vol.26. – № 5. – P.679–686.

Таблица 1 – Корреляционные связи между сезонным содержанием органических веществ (ХПК) и взвешенных веществ (ВВ) в р. Амур при разных расходах воды в 2012–2013 гг.

Створ	Амурзет - Миньшань				Нижнеленинское - Тунцзян			
2012 г.								
Месяц	Февраль	Май	Июнь	Август	Февраль	Май	Июнь	Август
Расходы, м ³ /с	1100	6080	6060	7640	1930	7130	7200	10100
ХПК-ВВ	0,510	-0,866	0,891	-0,705	0,639	-0,801	0,551	0,243
2013								
Месяц	Февраль	Май	Июнь	Октябрь	Февраль	Май	Июнь	Октябрь
Расходы, м ³ /с	1280	9870	12141	11081	2030	10900	15460	17000
ХПК-ВВ	0,817	0,795	0,775	-0,218	0,514	-0,968	0,216	0,342

Таблица 2 – Значения индекса ИЗВ в р. Амур в 2013 гг.

Створ	Июнь					Октябрь				
	ЛБ, вс	ЛБ, нс	ПБ, вс	ПБ, нс	Класс качества воды	ЛБ, вс	ЛБ, нс	ПБ, вс	ПБ, нс	Класс качества воды
Амурзет-Миньшань	0,98	0,94	0,96	0,93	2 – чистые	0,72	0,77	0,8	0,72	2 – чистые
Нижнеленинское-Тунцзян	0,77	0,78	0,8	0,77	2 – чистые	0,76	0,79	1,25	1,28	3 – умеренно загрязненные

Таблица 3 – Значения индекса ИКВ в р. Амур в 2013 г.

Створ	Июнь					Октябрь				
	ЛБ, вс	ЛБ, нс	ПБ, вс	ПБ, нс	Класс качества воды	ЛБ, вс	ЛБ, нс	ПБ, вс	ПБ, нс	Класс качества воды
Амурзет-Миньшань	4,57	4,45	4,45	4,45	2 – чистые	4,36	4,54	4,27	4,39	2 – чистые
Нижнеленинское-Тунцзян	4,23	4,42	4,34	4,34	2 – чистые	4,58	4,5	3,99	3,99	3 – умеренно загрязненные

Примечание: ВС и НС – верхний (0,5 м от поверхности) и нижний слой воды (0,5 м от дна); ЛБ и ПБ – левый и правый берег

**МЕЖВЕДОМСТВЕННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В РАМКАХ
МОНИТОРИНГА ОПАСНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В
БАССЕЙНЕ ВЕРХНЕЙ ОБИ**

Люцигер А.О., Винокуров Ю.И., Люцигер Н.В.

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия

e-mail: mrg@iwep.ru

Аннотация. Представлены научно-организационные факторы формирования половодий и паводков в бассейне Верхней Оби. Целенаправленно (детально) показаны оценки мониторинга и структуры межведомственного взаимодействия при осуществлении прогноза чрезвычайных гидрологических ситуаций для выработки межведомственных мероприятий по борьбе с опасными чрезвычайными явлениями.

Ключевые слова: опасные гидрологические явления, межведомственное взаимодействие, весеннее половодье, паводки, межведомственная рабочая группа по вопросам прогнозирования на территории Верхне-Обского региона весенних и дождевых паводков различной заблаговременности (МРГ).

**INTERDEPARTMENTAL COOPERATION RELATED TO MONITORING OF
DANGEROUS HYDROLOGICAL EVENTS IN THE UPPER OB BASIN**

Lutsiger O. A., Vinokurov Yu. I., Lutsiger N.V.

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia

e-mail: mrg@iwep.ru

Abstract. Scientific-organizational factors of flood formation in the Upper Ob basin are presented. The comprehensive assessment of monitoring and the structure of interdepartmental cooperation in forecasting emergency hydrological situations was made for elaboration of interagency activities aimed at the extreme events control.

Keywords: hydrological hazards, interdepartmental cooperation, spring floods, floods, interdepartmental working group on lead time forecasting spring and rain floods in the upper Ob region

Опасные гидрологические явления в виде первой и второй волн половодья, а также дождевые паводки в бассейне Верхней Оби фиксировались в течение всего периода инструментальных наблюдений. На современном этапе эти явления от сезона к сезону находятся под пристальным вниманием органов исполнительной власти, структур МЧС, средств массовой информации, хозяйствующих субъектов и граждан, чья повседневная жизнь может оказаться в зависимости от неблагоприятного развития паводковой ситуации.

Однако, такое пристальное внимание к опасным гидрологическим явлениям (ОГЯ) сложилось сравнительно недавно. В это сейчас трудно поверить, но широкое информирование о предпосылках формирования и мониторинга развития ОГЯ началось с объединения под эгидой МЧС в конце 2000-х годов различных межведомственных структур прямо или косвенно причастных к этим проблемам.

До этого всем, что связано с гидрологической обстановкой непосредственно занимались территориальные структуры Росгидромета, которые передавали оперативную и экстренную информацию узкому кругу заинтересованных потребителей. Возникает резонный вопрос – а почему именно с конца 2000-х годов проблема формирования и своевременного оповещения и, по возможности, смягчения последствий ОГЯ вышла на такой высокий уровень?

Статистическое исследование. Из массивов данных Алтайского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды сделаны выборки уровней воды в реке Обь у г. Барнаула за период с 1970 по 2015 гг. Из них извлечены максимальные значения уровней первой и второй волн половодья и сопоставлены с современной отметкой затопления (ОЗ) п. Затон (540 см над нулем графика водомерного поста).

Для выявления динамики весь период с 1970 по 2015 гг. был разбит на три части по 15 лет (см. таблицу 1).

Данные таблицы наглядно демонстрируют, что в период с 1970 по 1984 гг. уровни воды в реке Обь у г. Барнаула четыре раза превысили отметку затопления, и наступило ОГЯ – наводнение. При этом три случая из четырех были вызваны второй волной половодья.

В период с 1985 по 1999 год зафиксировано пять случаев превышения отметки затопления и четыре из пяти опять пришлось на вторую волну половодья. Этот период интересен тем, что с 1992 по 1995 годы наводнения случались ежегодно.

А вот в период с 2000 по 2015 гг. наводнения случились двенадцать раз, что больше суммы за оба предыдущих периода. При этом резко – до пяти против семи возросло количество ОГЯ в первую волну половодья. Кроме этого в 2010 году случилось два наводнения – и в первую и во вторую волну половодья. Ну и кульминацией периода стал катастрофический паводок 2014 года, наложившийся на вторую волну половодья.

Таблица 1 – Статистика случаев превышения отметок затопления на р. Обь у г. Барнаула

Период, гг.	Количество случаев превышения ОП 1 волны	Год / уровень, см	Количество случаев превышения ОП 2 волны	Год/ уровень, см	Общее количество случаев превышения ОП
1970–1984	1	1977/611	3	1970/600 1973/582 1975/618	4
1985–1999	1	1994/560	4	1987/559 1992/551 1993/633 1995/603	5
2000–2014	5	2004/570 2005/548 2010/590 2011/545	7	2001/637 2004/585 2006/601 2007/577 2010/643 2013/556 2014/702	12
2015–2017	2	2015/603 2017/546	2	2016/598 2017/547	4

В конце таблицы 1 приведены данные с 2015 по 2017 гг., которые демонстрируют сохранение неприятной «статистики» – четыре ОГЯ за три года.

Приведенные данные доказывают, что консолидация межведомственных структур под эгидой МЧС России для выработки единой стратегии реагирования на возрастающую угрозу учащающихся случаев ОГЯ была закономерной и в полной мере показала себя в 2010 году.

Аномальный паводок 2014 года показал актуальность информированности всех уровней вертикали власти и лиц, принимающих оперативные решения. Также он заставил всерьез задуматься над вопросом выведения прогнозирования ОГЯ на более высокий уровень.

В 2015 году условия формирования весеннего половодья и прохождения паводков были взяты на особый контроль в аппарате полномочного представителя Президента Российской Федерации в Сибирском федеральном округе и во всех субъектах округа на уровне глав регионов. Серьезные усилия были направлены на организацию межведомственного взаимодействия. В конце года была составлена Дорожная карта, в которой был предусмотрен комплексный подход в вопросе

получения максимально точных и своевременных прогнозов развития паводковой ситуации на территории Верхне-Обского региона в рамках административных границ.

Научному сообществу было дано поручение по изучению возможностей улучшения качества прогнозирования опасных гидрологических явлений. В Верхне-Обском регионе решение этой задачи в конце 2015 года было делегировано директору ИВЭП СО РАН д.г.н., профессору Ю.И. Винокурову.

После ряда рабочих встреч и консультаций между всеми управленческими и хозяйственными структурами, которые прямо или косвенно были заинтересованы в решении поставленной задачи, возникла идея создания межведомственной рабочей группы по вопросам прогнозирования на территории Верхне-Обского региона весенних и дождевых паводков различной заблаговременности (МРГ).

26 февраля 2016 года в г. Барнауле в Главном управлении природных ресурсов и экологии Алтайского края под председательством его начальника В.Н. Попрядухина состоялась рабочая встреча, на которой присутствовали руководители, территориальные представители и ответственные исполнители Верхне-Обское БВУ, Главного управления МЧС России по Алтайскому краю, ККУ "УГОЧС и ПБ в Алтайском крае", ИВЭП СО РАН, Алтайского ЦГМС – филиала ФГБУ "Западно-Сибирское УГМС". В ходе рабочей встречи присутствующими обсуждался вопрос создания МРГ, ее регламент, цели, задачи и первоначальный состав. Было решено вынести на ближайшее заседание комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности Администрации Алтайского края вопрос о создании МРГ и назначении ее председателя.

На этой встрече удалось достигнуть понимания необходимости объединить усилия ученых ИВЭП СО РАН, аналитиков и специалистов гидрометеорологической службы, представителей Верхне-Обского БВУ, ККУ «УГОЧС и ПБ в Алтайском крае», Главного управления природных ресурсов и экологии Алтайского края, а также использования их

информационных, технических и финансовых ресурсов в рамках поставленной задачи.

17 марта 2016 года состоялось заседание комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности Администрации Алтайского края (КЧС), вторым вопросом повестки дня которого стоял вопрос о создании межведомственной рабочей группы по вопросам прогнозирования на территории Верхне-Обского региона весенних и дождевых паводков различной заблаговременности. Протоколом заседания КЧС от 17.03.2016 № 4 был утвержден следующий состав МРГ:

1. Лукьянов Александр Николаевич – заместитель Губернатора Алтайского края, председатель комиссии;
2. Винокуров Юрий Иванович – директор ФГБУ науки «Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук, заместитель председателя;
3. Люцигер Наталья Валерьяновна – секретарь межведомственной рабочей группы сотрудник ФГБУ науки «Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук;
4. Борисенко Василий Иванович – руководитель Верхне-Обского бассейнового водного управления (по согласованию);
5. Григорьев Валерий Дмитриевич – начальник ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» (по согласованию);
6. Драчев Владимир Михайлович – заместитель начальника территориального органа (по защите, мониторингу и предупреждению чрезвычайных ситуаций) Главного управления МЧС России по Алтайскому краю;
7. Кормаков Владимир Иванович – заместитель руководителя Верхне-Обского бассейнового водного управления, начальник отдела водных ресурсов по Алтайскому краю;
8. Лагутин Анатолий Алексеевич – начальник отдела прогнозирования и мониторинга чрезвычайных ситуаций ККУ «УГОЧС и ПБ в Алтайском крае»;
9. Люцигер Александр Оскарович – начальник Алтайского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Западно-Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды».
10. Попрядухин Владимир Николаевич – начальник Главного управления природных ресурсов и экологии Алтайского края;
11. Мотуз Василий Орестович – начальник КГКУ «Алтайавтодор»;

12. Шабалин Герман Викторович – и.о. директора ФГБУ «Управление «Алтаймелиаводхоз».

Так же этим протоколом принято решение об утверждении председателем МРГ регламента и плана ее работы.

А уже 18 марта основные задачи членам МРГ на период половодья и возможных паводков ставил лично заместитель полномочного представителя Президента Российской Федерации в Сибирском федеральном округе В.В. Гончаров.

Так как рабочей группе ФГБУ Западно-Сибирское УГМС на этот момент уже были предоставлены официальные данные по условиям формирования и предпосылкам развития первой волны половодья в регионе, то на первый план выдвинулась задача информационного обеспечения. Эту задачу удалось решить к моменту начала активного снеготаяния путем разработки формы бюллетеня МРГ. Экспериментальные варианты бюллетеня начали рассылаться в электронном виде членам МРГ с 18 марта для выработки предложений и дополнений разносторонней информацией.

30 марта на первом рабочем заседании МРГ были рассмотрены следующие вопросы:

1. О прогнозных материалах на текущую дату.
2. О создании рабочих групп по направлениям прогнозирования.
3. О предложениях в план работы МРГ на 2016г. и его согласование.
4. О проведении анализа имеющихся в наличии информационных ресурсов, методов, моделей и программ, пригодных для прогнозирования весеннего половодья, паводков и опасных явлений.

Основным решением по оперативной работе МРГ стало: «Членам МРГ, при наличии ведомственных информационных и прогностических материалов, предоставлять их в электронном виде секретарю МРГ. Директору ИВЭП СО РАН Ю.И. Винокурову совместно с начальником Алтайского ЦГМС – филиала ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» Люцигером А.О. проводить анализ информации поступающей от членов МРГ и форматировать ее для размещения в бюллетене МРГ».

С этого момента началась консолидация оперативных и прогностических информационных ведомственных ресурсов с их обобщением в формате бюллетеня МРГ.

Официально ежедневно выпускаемый с 31 марта 2016г. электронный бюллетень МРГ содержал гидрологическую (с ледовыми явлениями) и метеорологическую информацию с наблюдательных пунктов Алтайского ЦГМС – филиала ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» по всем водным объектам Верхне-Обского региона. В нем также была размещена прогностическая информация на ближайшие 5 суток, а также данные по режиму работы Гилевского гидроузла на реке Алей, режиму работы Новосибирского водохранилища, развернутое описание динамики метеорологических и гидрологических процессов по территории Алтайского края и Республики Алтай, краткосрочные гидрологические прогнозы.

В бюллетене была анонсирована доступная для всех пользователей «Карта текущей погоды» территории ответственности ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» с фактическими метеорологическими значениями и уровнями воды с информационных гидрологических постов, обновляемая в режиме реального времени, находящаяся на главной странице сайта: www.meteo-nso.ru.

Кроме этого в приложении к бюллетеню МРГ стали прикрепляться данные спутниковых наблюдений структуры снежного покрова на территории Алтайского края и Республики Алтай, полученные отделом мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций УГОЧС и ПБ в Алтайском крае и АлтГУ.

В период вскрытия рек в границах Алтайского края обзорная часть бюллетеня дополнялась прогнозными материалами по срокам вскрытия и возможным максимальным уровням воды с заблаговременностью 3–5 суток.

Рабочей группой проведено оперативное сопровождение вскрытия и достижения максимальных уровней и их снижения на всех водных объектах подконтрольной территории в период первой волны половодья. Весь массив

поступающей информации ежедневно обрабатывался, анализировался и форматировался в виде бюллетеня МРГ как информационного продукта.

7 апреля 2016 г. в г. Новосибирске состоялась выездная рабочая встреча МРГ. На повестке дня стояли организация межведомственного взаимодействия и организационные вопросы по подготовке прогностических материалов в паводкоопасный период 2016 г.

На этой выездной встрече председательствовал заместитель председателя МРГ директор ИВЭП СО РАН д.г.н., профессор Ю.И. Винокуров, присутствовали члены МРГ: начальник ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» В.Д. Григорьев, руководитель Верхне-Обского БВУ В.И. Борисенко и начальник Алтайского ЦГМС – филиала ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» А.О. Люцигер. Были приглашены и присутствовали заместитель начальника ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» А.С. Истюфеев, директор филиала ПАО «РусГидро» – «Новосибирская ГЭС» С.И. Полтаранин, академик РАЕН, научный руководитель центра «Экопрогноз - 2» В.А. Понько, зам. директора ФГБУ "СибНИГМИ", зав. лабораторией информационного дизайна и ИТ, к.т.н. А.Б. Колкер, ученый секретарь ФГБУ "СибНИГМИ" О.А. Бородина, заведующий отделом информационных и инновационных технологий ФГБУ "СибНИГМИ" В.М. Токарев и заведующая лабораторией адаптационных синоптико-гидродинамических прогнозов "СибНИГМИ" М.Я. Здерева.

По итогам рабочей встречи было принято решение проводить совместную работу в рамках Плана работы на 2016 г., а также к 27.04.2016 г. подготовить прогнозные варианты прохождения второй волны половодья в бассейне Верхней Оби и провести их анализ в рамках рабочей встречи.

Этот опыт, как показала практика, не принес существенной пользы, так как специалисты ФГБУ "СибНИГМИ" заняли пассивную позицию сторонних наблюдателей, а из ГМЦ ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» в начале мая была получена лишь устная консультация об объемах снегозапасов в горах Республики Алтай. Скептицизм о возможности продуктивной работы межведомственной рабочей группы по вопросам прогнозирования на

территории Верхне-Обского региона весенних и дождевых паводков различной заблаговременности (МРГ) специалистами в области гидрологических прогнозов даже не скрывался.

После завершения первой волны половодья, 25.04.2016 г. состоялось очередное рабочее заседание МРГ, на котором были подведены промежуточные итоги ее деятельности, а также рассмотрены предварительные прогнозные материалы по второй волне половодья, над которыми параллельно работали три группы В.П. Галахова, В.А. Понько и А.О. Люцигера.

На очередном рабочем заседании МРГ, которое состоялось в преддверии второй волны половодья 12.05.2016 г., были подведены итоги работы групп. За аналог, как наиболее совпадающий по количеству снегозапасов и их пространственному распределению на текущую дату, был выбран 2010 год. В форме основного доклада Люцигера А.О., с учетом предоставленных материалов Галахова В.П. и Понько В.А., дополненного материалами космического мониторинга от Лагутина А.А. был сформирован прогнозный материал на вторую волну половодья. Этот прогнозный материал как приложение к бюллетеню МРГ был доведен до всех потребителей.

Насколько оправдался этот прогнозный материал, указывают ниже приведенные данные. По прогнозным материалам объединенной рабочей группы МРГ: *«...начало устойчивого подъема уровней за счет таяния снега на среднегорье начнется на реках Бия и Катунь после 25 мая. Максимальных уровней подъема воды в этой зоне следует ждать в первой декаде июня. Продолжительность высоких уровней составит полторы – две недели. Учитывая объемы снегозапасов, нужно ожидать превышения отметок подтопления у с. Сростки на реке Катунь. По результатам сложения расходов по Бии и Катунь и с учетом добегаания, на Оби в районе Барнаула ожидается превышение среднего уровня второй волны на 50–70 см (норма 537 см) к концу первой в начале второй декад июня».*

По факту устойчивые подъемы уровней воды на реках Бия и Катунь начались с 25 мая. Отметка подтопления у Барнаула (540 см) была превышена 9 июня, а максимальная отметка подъема уровня (598 см) зафиксирована 23 июня. Отметка подтопления у с. Сростки на р. Катунь (530 см) была превышена на 14 см, что подтвердило оценочные прогнозные данные.

На рабочем заседании МРГ, которое состоялось 21 июля 2016 г., были подведены итоги ее работы. Деятельность МРГ признана продуктивной и оценена положительно. Отдельно отмечена востребованность бюллетеня МРГ, как информационного продукта, отвечающего всем требованиям потребителей. Следует отметить, что за паводкоопасный сезон 2016 г. было выпущено и доведено в электронном виде до потребителей 72 бюллетеня с приложениями и материалами космического мониторинга.

Но на этом деятельность МРГ не прекратилась. Продолжилась работа по формированию информационной базы данных, был оборудован ведомственный гидрологический пост ИВЭП СО РАН на реке Ануй в районе Денисовой пещеры.

Во исполнение решения заседания рабочей группы при комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности Администрации Алтайского края по вопросу: «Подготовка территорий Алтайского края к безаварийному пропуску паводковых вод в 2016 году» от 18.03.2016 г. под председательством заместителя полномочного представителя Президента РФ в СФО Гончарова В.В., в конце октября был составлен отчет о деятельности межведомственной рабочей группы по вопросам прогнозирования на территории Верхне-Обского региона весенних и дождевых паводков различной заблаговременности в 2016г. Копии отчета направлены в адрес Губернатора Алтайского края, Главного федерального инспектора аппарата полномочного представителя Президента РФ в СФО в Алтайском крае Чугуева М.В. и секретаря КЧС администрации Алтайского края Макарова С.Л.

Зимний период 2016–2017гг. (переход среднесуточной температуры воздуха через 0°C) начался в большинстве районов края 12–13 октября, на юго-западе края 17 октября, что раньше обычного на 2–3 недели, локально на севере и востоке раньше обычного на 11–13 дней. Учитывая раннее начало зимы, группа специалистов под руководством г.н.с. ИВЭП СО РАН д.г.н., профессора Ю.И. Винокурова в ноябре 2016г. начала мониторинг погодных условий и оценку факторов, влияющих на условия формирования предстоящего весеннего половодья.

Было установлено, что увлажнение почвы перед уходом в зиму (по данным инструментальных наблюдений на 18 октября) в пахотном слое составляло 30–45 мм, локально 50 мм и более, что оценивается как оптимальное, локально – избыточное. Увлажнение в метровом слое от 110–150 мм до 160–195мм (слабо недостаточное – оптимальное), локально в южных предгорьях 220 мм и более (избыточное). Снежный покров установился в период 9 по 14 октября, на северо-западе края и в районах, примыкающих к северо-западу, локально в западных предгорьях Алтая 18–20 октября, что на 20–30 дней раньше среднемноголетних дат.

Осадков в виде снега за октябрь и ноябрь по всей территории Алтайского края выпало больше нормы за холодный период года (октябрь – март). В декабре эта тенденция сохранилась, и выпало от одной до 1,5–3 (на большей территории края) месячных норм осадков. Еще сложнее ситуация со снегозапасами в этот период сложилась на территории Республики Алтай. По данным инструментальных наблюдений на конец декабря там повсеместно в разы были превышены многолетние нормативы.

Учитывая аномалию погодных процессов, в начале января 2017 г. была проведена работа по выявлению аналогов. При этом было установлено, что подобное развитие ситуации за последние 60 лет наблюдалось лишь один раз – в зимний период 2000–2001 г. Соответственно этот период был взят за аналог и в дальнейшем при оценке развития ситуации основные показатели сравнивались именно с ним. В таблицах 2 и 3 приведена сравнительная оценка.

Таблица 2 – Исходные осенние факторы увлажнения

Фактор	2000–2001гг.	2016–2017гг.	Примечания
Осеннее увлажнение:			Высокое увлажнение почвы отрицательно сказывается на впитывание влаги в почву в период активного снеготаяния и приводит к увеличению склонового стока
- пахотный слой, мм	20–30	30–50	
- метровый слой, мм	40–80	110–195	
Дата установления устойчивого снежного покрова	17–22 октября	9–14 октября	Норма 5–10 ноября
Дата перехода среднесуточной температуры через 0 °С	18–22 октября	12–17 октября	Норма 26–29 октября

Помимо основных метеорологических параметров контролировалась и ледовая обстановка на всех водных объектах Верхне-Обского региона. Как показала собранная информация, толщина льда на реках Верхней Оби по состоянию на 10 января была близка к среднемноголетним значениям.

Из представленных в таблице 3 данных следует, что на начало января 2017 г. по территории Алтайского края снеготзапасы сопоставимы со снеготзапасами за аналогичный период 2001 г. Но, на большей части территории Республики Алтай, снеготзапасы многократно превышают среднемноголетние значения. Как показала работа в архивах, аналогов такого количества в XXI и во второй половине XX века не выявлено.

Таблица 3 – Основные зимние факторы, формирующие увлажнение

ФАКТОР	2001 г.		2017 г.	
	Республика Алтай	Алтайский край	Республика Алтай	Алтайский край
Высота снежного покрова в % от нормы (на 10.01)	90–110, локально до 130	150–300, локально до 440	200–415, локально до 110	150–250, локально до 277
Плотность снежного покрова в г/ куб.см (на 10.01)	-	0,16–0,29	-	0,21–0,31
Запас воды в снежном покрове (мм) в % от нормы (на 10.01)	90–110	115–320, локально до 386	130–420, локально 100	100–310, локально до 341
Запас воды в снежном покрове в % от нормы макс. снеготзапасов (на 10.01)	-	-	52–104, локально до 259	91–163, локально от 37 до 206
Сумма выпавших осадков за период октябрь – декабрь в % от нормы (на 01.01)	90–110	88–178, локально 68	150–315, локально 110	128–241

Большие снегозапасы в горах Республики Алтай вызвали серьезные опасения у регионального управления МЧС, и в начале января прошло экстренное заседание КЧС при правительстве республики.

Учитывая сложные погодные процессы в январе на территории края, было проведено аналогичное заседание КЧС при правительстве Алтайского края. На этом заседании заслушали специалистов МРГ в объеме вышеуказанных факторов и на их основании сделаны выводы о возможном неблагоприятном развитии паводкоопасного периода в 2017 г. Ситуация была взята под особый контроль правительствами Алтайского края, Республики Алтай и МЧС России (на уровне министра).

В развитие этой ситуации в г. Барнауле 7 февраля 2017 г. состоялось межрегиональное совещание по вопросам оперативно-информационного взаимодействия и координации действий органов исполнительной власти, а также планированию мероприятий по предупреждению (снижению) угрозы затопления населенных пунктов Алтайского края, Республики Алтай и Новосибирской области. Основными темами этого совещания были определены выработка единого подхода в проведении превентивных мероприятий и консолидации всех информационных ресурсов трех субъектов в преддверии ситуации, которая при определенных условиях может развиваться в катастрофическую. На этом совещании наряду с докладом начальника ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» Григорьева В.Д. прозвучал и доклад МРГ по анализу предпосылок паводкоопасного периода 2017 г.

По итогам совещания приняты следующие решения:

1. Продолжить активную работу межведомственной рабочей группы по вопросам прогнозирования на территории Верхне-Обского региона весенних и дождевых паводков различной заблаговременности при комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности Правительства Алтайского края (МРГ) с доведением результатов её деятельности до всех заинтересованных ведомств.

2. Осуществлять постоянное взаимодействие в рамках информационного обмена между оперативными службами субъектов через территориальные представительства МЧС РФ.

Специалисты МРГ продолжили мониторинг снеготаяния по бассейну Верхней Оби, которые по количеству и содержанию воды в снежном покрове на территории Алтайского края оставались близкими к аналогичным показателям 2001 года. К оценке снеготаяния на территориях, не охваченных стационарными и маршрутными наблюдениями государственной наблюдательной сети гидрометеорологической службы подключились группы из лабораторий ИВЭП СО РАН во главе с его директором д.б.н, профессором А.В. Пузановым. Эти данные существенно дополнили картину пространственного распределения снеготаяния, их объемы, а также содержание воды в снежном покрове. Кроме этого на большинстве обследованных территорий под достаточно большим слоем снега был обнаружен оттаявший верхний слой почвы. Нарастание снеготаяния прекратилось 20–28 февраля с установлением на территории Алтайского края антициклонального типа погоды. В сравнении с годом аналогом, на 10 марта высота снежного покрова и запасы воды в снеге по северным и северо-западным районам края оказались немного выше или сопоставимы. По западным и юго-западным районам превышение достигло 20–30 %, а по предгорьям, юго-востоку и по востоку края на 10–20 % ниже.

На территории Республики Алтай осадки в январе и феврале были значительно ниже нормы и на начало марта по предгорьям уже незначительно превышали среднемноголетние значения.

Совокупность полученных МРГ данных, анализ факторов и детальное изучение развития ситуации первой волны половодья в 2001 г. как аналоге позволило дать более позитивный прогнозный материал, акцентированный на фактор фактической погоды в период активного снеготаяния:

«В результате этого, по всей вероятности, все малые реки получают резкое увеличение приточности помноженное на большие объемы

снегозапасов, что приведет к резкому подъему уровней, затоплению пониженных отметок рельефа местности и созданию проблем жителям населенных пунктов, расположенных в их непосредственной близости.

С учетом больших объемов снегозапасов в верховьях Алея, Ануя, Песчаной, Чарыша, Чумыша, а также в бассейне Биш ниже Телецкого озера и нижней Катунь, таяние которых формирует первую волну паводка, можно ожидать значительное превышение отметок подтопления у с. Сростки, с. Белоглазово, с. Чарышское и др., городов Барнаула и Камня-на-Оби».

Прогнозные материалы МРГ, консультации ее специалистами лиц, принимающих оперативные решения, позволили избежать неожиданностей, подготовить и распределить силы, средства и ресурсы к началу фазы весеннего половодья. Информационные бюллетени МРГ обеспечили полное информационное сопровождение. Информация из них регулярно размещалась в СМИ.

Фактическая погода в период вскрытия рек и первой волны половодья 2017г. в бассейне Верхней Оби оказалась идеальной для смягчения последствий активного снеготаяния больших объемов снегозапасов – периоды теплой, а временами и жаркой погоды сменялись холодными периодами, что сбивало динамику роста уровней воды в реках. Это позволило избежать значительных превышений отметок затопления, хотя тальми водами были затоплены значительные территории на большей части равнинной зоны Алтайского края. Но из-за незамерзшего верхнего слоя почвы большие объемы талой воды после поглощения подняли уровень грунтовых вод, которые в свою очередь подтопили ряд населенных пунктов.

Чередование теплых и холодных процессов постепенно разрушило снегозапасы в горах Республики Алтай и спровоцировало относительно раннюю (в середине мая) вторую волну половодья, динамику которой также нарушило резкое похолодание. Результатом стало лишь незначительное превышение отметки затопления у г. Барнаул.

Сопровождение паводковой обстановки в течение двух сезонов выявило необходимость углубленного изучения всех факторов, влияющих на условия формирования и прохождения весеннего половодья и дождевых паводков в бассейне Верхней Оби. Эта задача в условиях резких климатических изменений будет основной для специалистов, задействованных на прогнозировании гидрологических процессов в ближайшие годы.

ТРАНСГРАНИЧНЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ И ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Маматканов Д.М., Бажанова Л.В.

*Институт водных проблем и гидроэнергетики НАН КР,
г. Бишкек, Кыргызская Республика*

e-mail: iwp@istc.kg

Аннотация. В статье использованы сведения и материалы о водных ресурсах Центрально-Азиатского региона (ЦАР), изложены проблемы и даются предложения их эффективного, рационального использования и управления на современном политическом и экономическом уровне развития суверенных государств региона.

Ключевые слова. Трансграничные водные ресурсы, область формирования и рассеивания стока, интегрированное управление водными ресурсами, тарифы на воду как природный ресурс

TRANSBOUNDARY WATER RESOURCES OF CENTRAL ASIA AND PROBLEMS OF THEIR EFFECTIVE USE

Mamatkanov D.M., Bazhanova L.V.

Institute of Water Problem and Hydropower of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyz Republic

e-mail: iwp@istc.kg

Abstract. The article uses information and materials on the water resources of the Central Asian region (CAR), sets forth the problems and offers their effective, rational use and management at the current political and economic level of development of the sovereign states of the region.

Keywords: transboundary water resources, the area of formation and dispersion of flow, integrated water resources management, water rates as on natural resource

В статье использованы сведения и материалы о водных ресурсах Центрально-Азиатского региона (ЦАР), изложены проблемы и даны предложения их эффективного, рационального использования и управления на современном политическом и экономическом уровне развития суверенных государств региона.

Основным материалом являются результаты разработок Института водных проблем и гидроэнергетики НАН КР:

- «Механизм экономического управления трансграничными водными ресурсами и основные положения стратегии вододеления» [6];
- «Концепция государственной национальной политики Кыргызской Республики в области использования трансграничных водных ресурсов» [4], представляющая систему взглядов на деятельность органов государственной власти в сфере использования водных ресурсов рек, формирующихся на территории Кыргызстана и вытекающих в сопредельные государства;
- «Экономическая оценка воды как природного ресурса КР» [7].

1. Общие сведения о регионе ЦА

По международной классификации поверхностные или подземные воды считаются трансграничными, если они обозначают или пересекают границы между двумя и более государствами. В Кыргызстане все реки относятся к этой категории (исключение реки внутреннего Иссык-Кульского бассейна). На территории республики берут начало наиболее крупные трансграничные реки ЦАР – Амударья, Сырдарья, Чу, Талас, Тарим, Каркара, обеспечивающие водой Кыргызстан и соседние государства: Казахстан, Узбекистан, Таджикистан, Туркменистан и Китай.

В период социалистического развития (до 1991 г.) конфликтные ситуации между республиками ЦАР при использовании трансграничных водных ресурсов практически отсутствовали, поскольку водные ресурсы рассматривались как общегосударственная собственность (в данном контексте это пять государств – Республика Казахстан, Кыргызская Республика, Республика Узбекистан, Республика Таджикистан и Республика Туркменистан)

В советский период действовала система компенсационных мер, направленная на возмещение горным республикам (Кыргызстан, Таджикистан) ущербов, связанных с сооружением и эксплуатацией водохранилищ. Эти меры предусматривали поставку энергоносителей (нефть, газ, уголь) и сельхозпродукции в объёме эквивалентном зимней недовыработке электроэнергии на ГЭС и потерь сельхозпродукции на землях, попавших в зону затопления.

После 1991 г., когда границы бывших союзных республик ЦАР превратились в государственные, многие природные ресурсы оказались на территории отдельных суверенных государств, связи и структура единого хозяйственного механизма управления водными ресурсами были разрушены. На повестку дня встал вопрос по разработке новых правил и норм эффективного и рационального водопользования, а также необходимость

пересмотра и переоценки нормативных документов и схем в сфере вододеления трансграничных водных ресурсов.

2. Распределение водно-земельных и энергетических ресурсов между государствами ЦАР

Территория государств ЦАР расположена в центре Евразийского материка, в значительном удалении от океанов, в зоне аридного климата, где земледелие возможно лишь при искусственном орошении. Немаловажную роль играет и физико-географическое распределение водных ресурсов между государствами, поскольку территория делится на две зоны: Туранскую низменность (равнинная зона, занятая степями и пустынями) и горную зону - Тянь-Шаня и Памиро-Алая. Равнинная зона расположена на территории Узбекистана, Казахстана и Туркмении – основные потребители водных ресурсов; горная – занимает до 90% площади Кыргызстана и Таджикистана, где и формируется сток основных трансграничных рек. Между тем горный рельеф создает ограниченность (даже дефицит) земельных ресурсов пригодных для обработки. На рисунках 1, 2 показано распределение земельных ресурсов, орошаемых площадей, а также энергетических ресурсов между государствами ЦАР.



Рис. 1 – Распределение земельных ресурсов

Примечание: * - земельные ресурсы в пределах бассейна Аральского моря



Рис. 2 – Распределение орошаемых площадей

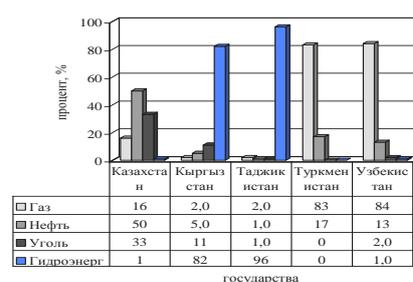
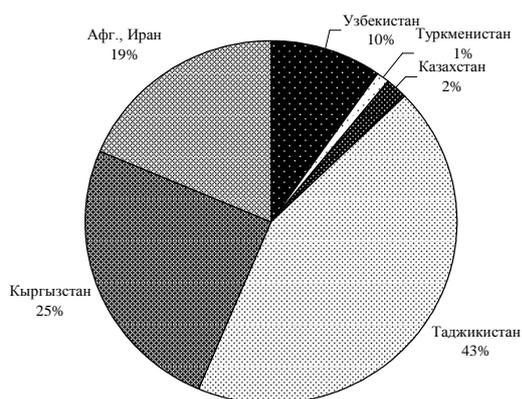


Рис. 3 – Распределение энергетических ресурсов

Еще более неравномерно распределены водные и энергетические ресурсы (рис. 3–5). После обретения суверенитета все природные ресурсы стали собственностью каждого конкретного государства, распределение и использование которых стали причиной недоговоренности и камнем преткновения между государствами ЦАР.



Долевое участие государств ЦАР в формировании и использовании поверхностных водных ресурсов

Рис. 4 – Формирование

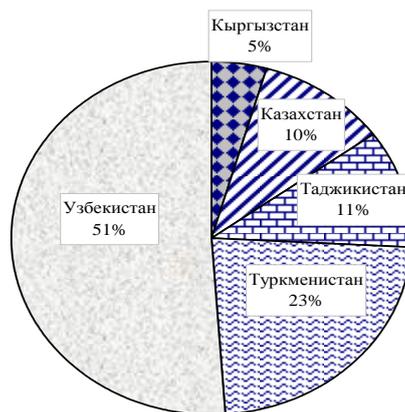


Рис. 5 – Использование

3. Трансграничные водные ресурсы и их распределение между государствами

Наиболее остро проблема распределения и использования трансграничных водных ресурсов обозначилась в бассейне Аральского моря, что и привело в конечном итоге к его высыханию. Поверхностные водные ресурсы этого бассейна оцениваются в 116,5 км³/год, на Амударью приходится 79,3 км³ (68%), Сырдарью – 37,2 км³ (32%). Долевое участие государств ЦАР в формировании водных ресурсов распределяется так: Казахстан – 2,1%, Кыргызстан – 25,1%, Таджикистан – 43,4%, Туркменистан – 1,2%, Узбекистан – 9,6%, Афганистан и Иран – 18,6%.

По распределению трансграничных водных ресурсов бассейнов рек Чу, Талас и Каркара между Кыргызстаном и Казахстаном следующее соотношение: по р.Чу – 3,84 км³ (97%), 0,11 км³ (3,0%); по р.Талас – 1,72 км³ (94%), 0,11 (6,0%) и по р.Каркара 0,37 км³ (62%) и 0,23 (38%) соответственно. Величина среднегодового стока рек бассейна Тарим в границах Кыргызстана составляет 6,99 км³ в полном объеме уходит в КНР.

Между тем для Кыргызстана соотношение долей участия в формировании и использовании трансграничных водных ресурсов складывается следующим образом: по бассейну р.Сырдарьи 74 и 10,5%, по р.Амударье – 2,0 и 0,3%, по р.Талас – 94 и 50%, р.Чу – 97 и 52% соответственно [4].

Таким образом, для государств ЦАР характерна структурная несбалансированность распределения водных ресурсов и их использования. Наиболее остро и проблематично вопрос современного и перспективного использования водных ресурсов этими государствами стоит в бассейне Аральского моря.

4. Проблемы межгосударственного использования трансграничных водных ресурсов

Проблемные вопросы использования водных ресурсов Кыргызской Республики соседними государствами ЦАР остаются по-прежнему нерешенными и зачастую становятся предметом разногласия во взаимоотношениях суверенных государств из-за несовершенства правовых основ в водопользовании.

Государства нижнего течения не принимают участия в эксплуатации и поддержке в технически исправном состоянии гидротехнических водохозяйственных сооружений, построенных на территории Кыргызстана и работающих в интересах этих государств.

После обретения независимости и объявленных суверенных прав на природные, в том числе и водные ресурсы, между государствами ЦАР возникли противоречия, которые заключаются в следующем:

- Действующая система лимитированного вододеления, т.е. квоты, заложенные ещё в советский период.

Схемы и Положения этой системы являются нормативными документами, регламентирующими распределение и использование водных ресурсов по бассейнам трансграничных рек, где каждой республике установлены квоты объемов водозабора, оросительные нормы и площади орошения. Эта ситуация сохраняется и в настоящее время, являясь одной из причин возникших разногласий между государствами.

- Отсутствие экономического механизма при межгосударственном водопользовании.

На территории Кыргызстана построен ряд гидротехнических сооружений межгосударственного значения, с помощью которых осуществляется водоподача в сопредельные государства. За счет средств собственного бюджета осуществляет их эксплуатацию, что в условиях рыночной экономики является не объективным [1].

Возникла трудно разрешимая ситуация – *вода, которая в ЦАР является одним из важнейших стратегических ресурсов, продолжает оставаться бесплатной.* Здесь и находятся корни основных проблем межгосударственных отношений в регионе. Они несут потенциал роста напряженности как внутри самих республик, так и на региональном уровне. По международной оценке "Вода имеет свою экономическую стоимость при всех ее конкурирующих видах использования и должна являться экономическим товаром", поскольку именно "бесплатность" водных ресурсов приводит к их нещадной эксплуатации, истощению и экологическим катастрофам (пример – гибель Аральского моря).

- Режим работы Токтогульского водохранилища

Причины этой проблемы заключается в несогласованности режима сработки запасов воды из Токтогульского водохранилища для выработки электроэнергии в холодный период (интересы Кыргызстана) и для орошения в период вегетации (интересы Узбекистана и Казахстана). Ирригационный режим работы был определен проектным заданием при строительстве водохранилища ещё в советский период и безукоснительно выполнялся. С прекращением дотационных поставок и возникшим энергетическим кризисом в Кыргызстане встал вопрос о необходимости более эффективно использовать собственные гидроэнергетические мощности каскада Нижне-Нарынских ГЭС в зимнем режиме, для выработки электроэнергии.

Рассчитано, что если 50% ежегодного объема Токтогульского водохранилища срабатывать по зимнему энергетическому режиму, то выработку можно увеличить на 2,2 млрд. кВт/ч. и тем самым можно избежать

дефицита электроэнергии. Однако к такому эффективному варианту Республика не может прибегнуть, поскольку должна выполнять свои обязательства по подаче воды в летнее время в нижерасположенные государства в соответствии с заключенными Соглашениями. Собственное зимнее энергопотребление Кыргызстан обеспечивает выработкой электроэнергии на ТЭЦ. Но в отдельные годы, при дефиците энергоносителей на ТЭЦ, республика увеличивает зимние сбросы для получения дополнительной электроэнергии. Эти действия приводят к затоплению населенных пунктов и сельхозугодий в низовьях Сырдарьи поскольку русло реки интенсивно освоено и не может пропускать более высокие зимние расходы, что вызывает негативную реакцию правительств сопредельных государств (Узбекистана и Казахстана). В ответ на это Кыргызстан предложил компенсировать все ущербы, которые несет Республика в условиях ирригационного режима работы Токтогульского водохранилища, так необходимого Узбекистану и Казахстану. В ответ на это правительство Узбекистана, не дожидаясь урегулирования отношений с соседями (уже в 2004 году), приняло решение о строительстве в Ферганской долине новых водохранилищ для сезонного перераспределения стока Сырдарьи. Только за годы независимости Узбекистан на своей территории построил более 30 средних и малых водохранилищ руслового и наливного типа, тем самым полностью зарегулировав практически все собственные и трансграничные реки, что усугубило и без того сложную ситуацию в бассейне Аральского моря, сократив приток воды и увеличив испарение.

Между тем суммарный ущерб Кыргызстана, связанный с работой Токтогульского водохранилища в ирригационным режимом включает:

- 1) недовыработку зимней электроэнергии в объеме 2,2 млрд кВт • час – 48,8 млн долл.;
- 2) экологический ущерб от восполнения зимней недовыработки на ТЭЦ – 99,6 млн долл.;

3) ущерб от затопления и подтопления сельхозугодий при строительстве и эксплуатации Токтогульского водохранилища – 6,5 млн долл.

Ежегодный суммарный ущерб составляет 154,9 млн. долл. (по валютному курсу и ценам 2002 г.) [1, 5].

5. Современное использование водных ресурсов в ЦАР

Наиболее остро и проблематично вопрос современного и перспективного использования водных ресурсов государствами ЦАР стоит в бассейне Аральского моря. Наличие водных ресурсов влияет не только на экономическое, но и на политическое развитие стран. С учетом этого ООН приняла Водную Конвенцию, согласно которой "Вода имеет свою экономическую стоимость при всех ее конкурирующих видах использования и должна являться экономическим товаром". Но проблемы оплаты и взаиморасчетов между странами все еще остаются неразрешенными, а также до сих пор не разработаны строгие правила и принципы межгосударственного вододеления.

В настоящее время не подписано международное соглашение по разделению водных ресурсов, и в тоже время все государства объявили собственность на воду и водные объекты, формирующиеся или расположенные на своей территории.

Созданная в 1992 г. Межгосударственная координационная водохозяйственная комиссия (МКВК) на первом заседании (Алматы 02.1992 г.) приняла «Соглашения о сотрудничестве в сфере совместного управления водными ресурсами из межгосударственных водных источников», подписанное всеми государствами ЦАР.

При участии МКВК был создан механизм регионального сотрудничества по организации и осуществлению управления водными ресурсами. Государства региона разработали и приняли ряд нормативно-правовых документов, разработали программу конкретных действий по улучшению экологической обстановки в бассейне Аральского моря.

Национальные законодательства всех стран региона закрепили право суверенитета на водные источники и водные ресурсы, содержащиеся в пределах территориальных границ. В этом они повторили союзное социалистическое законодательство, разделив бывшее союзное право собственности на вновь образованные государства.

Анализ принятых государствами законодательных актов по водным ресурсам показал однотипность подходов в праве собственности на водные ресурсы. Ни одно государство в своем законодательстве не уточнило, на какие именно водные ресурсы распространяется право собственности – формируемые на территории данного государства или поступающие извне.

Принятые акты являются чрезвычайно важными для государств горной зоны (Кыргызстана и Таджикистана), где преимущественно формируются водные ресурсы. Однако, закрепленное в Конституции и водном законодательстве право собственности на водные ресурсы, является для этих государств чисто декларативным, так как «де-юре» – они собственники, а «де-факто» – ограничены в их использовании в силу сохраненной системы вододеления, разработанной ещё в советский период.

Кыргызстан для реализации прав собственности на воду принял два важных документа:

- Указ Президента Кыргызской Республики «Об основах внешней политики Кыргызской Республики в области использования водных ресурсов рек, формирующихся в Кыргызстане и вытекающих на территории сопредельных государств». 1997 г.
- Закон Кыргызской Республики «О межгосударственном использовании водных объектов водных ресурсов и водохозяйственных сооружений Кыргызской Республики». 2001 г.

В них изложены принципы и положения государственной политики в области использования водных ресурсов рек, формирующихся в Кыргызстане и вытекающих за его пределы, основными из которых являются:

1) договоренности по вопросам использования водных ресурсов рек должны иметь целью достижение взаимной выгоды на справедливой и разумной основе;

2) Кыргызская Республика исходит из того, что каждое государство имеет право в пределах своей территории использовать водные ресурсы реки с целью получения максимальных выгод. Вопросы подачи воды, регулирования стока реки и платности водопользования или распределения выгоды от использования водных ресурсов являются предметом межгосударственных переговоров.

3) Кыргызская Республика, осуществляющая регулирование стока и подачу воды государству, находящемуся ниже по течению реки, имеет право на возмещение расходов по строительству, реконструкции и эксплуатации водохранилищ и иных гидротехнических объектов межгосударственного значения.

В Законе сформулированы принципы и положения государственной политики в области использования водных ресурсов. Его отличительной особенностью стало *признание воды как вида природных ресурсов, имеющей свою экономическую стоимость и являющейся товаром, а также необходимость установления платности водопользования в межгосударственных водных отношениях.*

Принятие Кыргызстаном этих двух нормативных актов вызвало неоднозначную реакцию в государствах ЦАР. Если Таджикистан всецело поддержал и одобрил, то Узбекистан и Казахстан обвинили Кыргызстан в желании продавать то, что всегда являлось бесплатным природным даром. Сопредельные государства считают, что юрисдикция этих двух документов распространяется только на Кыргызстан и не имеет влияния на межгосударственный уровень водных взаимоотношений. В принципе, как показало время, прошедшее со времени их принятия, так оно и есть на самом деле – сопредельные государства в довольно жесткой форме продолжают отвергать возможность установления платы за водные ресурсы и

замалчивают проблему водodelения.

Несовершенство оставшейся от прошлого юридической базы заключается в следующем:

- Кыргызской Республике не возмещается ущерб, нанесенный в результате затопления орошаемых земель на ее территории под строительство водохранилищ межгосударственного значения (Токтогульского, Андижанского, Кировского и др.).

- Достижение справедливого и разумного использования трансграничных водных ресурсов на основе признания соседними государствами права Кыргызской Республики на собственные водные ресурсы.

- Возмещения соседними государствами затрат и ущербов Кыргызской Республики, связанных с затоплением орошаемых земель водохранилищами межгосударственного пользования, эксплуатацией гидротехнических сооружений, выполнением водохозяйственных работ и услуг в пользу сопредельных государств;

- Всемерного обеспечения охраны водных ресурсов от загрязнения и истощения;

- Урегулирования конфликтных ситуаций, связанных с использованием трансграничных водных ресурсов, путем переговоров и мирных способов разрешения споров в соответствии с нормами международного права.

6. Выводы, предложения и рекомендации

Изучив все проблемы использования трансграничных водных ресурсов, кратко изложенные в данной статье, ИВПиГЭ НАН КР внёс свои предложения по их эффективному использованию:

- рассмотреть и принять к руководству Закон об оплате за воду как природный ресурс, и имеющему свою цену, всеми водопользователями, согласно разработанной Методики и тарифов;

- пересмотреть и утвердить стратегию международного принципа водodelения, пересмотреть квоты, устраивающие все государства ЦАР и принять соглашение на государственном уровне;

- внедрить экономический механизм по возмещению затрат и ущербов от водопользователей в зависимости от квоты, используемых трансграничных водных ресурсов в государствах ЦАР.

Программа повышения эффективности использования водных ресурсов государствами ЦАР должна включать решение следующих задач:

Управление водными ресурсами

- Полный переход на бассейновый принцип управления и создание бассейновых органов с привлечением всех водопользователей в управление водными ресурсами.

- Реконструкция, восстановление и модернизация оросительной и дренажной системы на межхозяйственном и внутрихозяйственном уровне с целью повышения КПД системы и совершенствования управления

- Завершение процесса организации Ассоциаций Водопользователей на базе приватизированных хозяйств и на внутрихозяйственном уровне.

- Совершенствование структуры и методов управления водными ресурсами на всех уровнях.

- Введение дифференцированного тарифа оплаты услуг за водоподачу, совершенствование экономического механизма управления водными ресурсами.

- Создание соответствующих условий для организации производства и внедрения водосберегающих технологий полива, позволяющие совместно с поливной водой подавать питательные элементы и значительно повышать урожайность сельскохозяйственных культур.

- Внедрение усовершенствованных технологий поливов

- Восстановление системы повышения квалификации гидротехников и обучения поливальщиков

- Разработка и внедрение системы материального и морального стимулирования за экономию воды на всех уровнях иерархии управления водными ресурсами.

- Государственная Долгосрочная Программа развития водного хозяйства в совокупности с развитием сельскохозяйственного производства

Выполнение вышеперечисленных задач создадут законодательные, экономические и институциональные основы повышения продуктивности воды и обеспечения продовольственной безопасности.

Из выше сказанного можно сделать вывод, что интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР) трансграничных бассейнов в ЦАР, которое наиболее объективно и целесообразно, должно базироваться на равноправном учете интересов всех государств, для этого необходимо генерировать политическую волю стран на обсуждение и решение всех существующих проблем.

На первом этапе примером может служить совместное кыргызско-казахстанское трансграничное водопользование в бассейнах рек Чу и Талас, которые формируют сток полностью на территории Кыргызстана [3].

Литература

1. Асанбеков А.Т., Маматканов Д.М., Шавва К.И., Шапар А.К. Экономический механизм управления трансграничными водными ресурсами и основные положения стратегии межгосударственного вододелия. – МИГ. Бишкек, 2000. – 47 с.
2. Взаимосвязь водных и энергетических ресурсов в Центральной Азии. // Отчет Всемирного Банка по проекту «Улучшение регионального сотрудничества в ЦА». – 2004. – 32 с.
3. Исабеков Т.А. Совершенствование управления водораспределением на объектах межгосударственного пользования. – Кут-Бер, 2013. – 296 с.
4. Концепция государственной национальной политики Кыргызской Республики в области использования трансграничных водных ресурсов // Проект. – ИВПиГЭ, Бишкек, 2012. – 75 с.
5. Маматканов Д.М., Бажанова Л.В., Романовский В.В. – Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе. – Илим, Бишкек, 2006. – 238 с.
6. Стратегия национальной политики Кыргызской Республики по использованию трансграничных водных ресурсов. // Проект. – ИВПиГЭ НАН, Бишкек, 2005.
7. Экономическая оценка воды как природного ресурса Кыргызской Республики. // Проект. – ИВПиГЭ НАН, Бишкек, 1995.

МОНИТОРИНГ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Плуталова Т.Г.

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия

e-mail: plutalova.tg@gmail.ru

Аннотация. Одним из способов обеспечения устойчивости систем сельскохозяйственного землепользования на трансграничных территориях является управление ими, основанное на экологическом мониторинге. При этом особое внимание необходимо уделять трансграничным природным территориям, так как здесь наиболее ярко проявляются проблемы, связанные с различием в обеспечении деятельности человека по обе стороны от границы. Для них должен быть введен дополнительный уровень мониторинга – трансграничный, с созданием международных стационаров. Это обеспечит сбор данных и принятие оперативных решений в случае возникновения каких-либо чрезвычайных ситуаций. Эффективным и объективным источником информации для таких территорий служат данные ДЗЗ, которые применимы и для отраслевого мониторинга системы землепользования.

Ключевые слова: мониторинг, трансграничная территория, данные ДЗЗ

MONITORING OF TRANSBOUNDARY TERRITORIES

Plutalova T.G.

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia

e-mail: plutalova.tg@gmail.ru

Abstract. One of the ways to ensure sustainable agricultural land tenure in transboundary areas is the management based on ecological monitoring. Particular attention must be paid to transboundary natural areas distinguished by pronounced problems related with different human activities on both sides of the border. It is proposed to introduce an extra monitoring, i.e. transboundary one with the establishment of international stations. This will contribute to data collecting and making prompt decisions in case of any emergency. Remote sensing data (applicable for branch-wise monitoring of land use) are effective and objective source of information for such territories.

Keywords: monitoring, transboundary territory, remote sensing data

Неотъемлемой частью оценки устойчивости систем и обеспечения их развития является мониторинг. Впервые термин «мониторинг окружающей природной среды» был предложен экспертами комиссии Научного комитета по проблемам окружающей среды в 1971 г. при подготовке к конференции ООН в Стокгольме по окружающей среде. Его использовали для обозначения системы повторных наблюдений одного и более элементов природной среды в пространстве и во времени с определенными целями и в соответствии с заранее подготовленной программой. Впоследствии уже при проведении данной конференции (Стокгольм, 1972 г.) было принято решение о создании Глобальной системы – Global Environmental Monitoring Systems – GEMS [6]. В настоящее время основные понятия, цели, задачи и порядок проведения экологического мониторинга регулируются нормативно-правовыми актами (Федеральный закон №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» от 20 декабря 2001 г.; Земельный кодекс, Водный кодекс и др.). Государственный экологический мониторинг (государственный мониторинг окружающей

среды) – это комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, происходящими в них процессами, явлениями, оценка и прогноз изменений состояния окружающей среды. При этом оценка текущего состояния среды является основой для принятия оперативных решений в области природопользования, а прогноз – долговременных решений.

В условиях усиления процессов глобализации наиболее активно обсуждаются вопросы, касающиеся развития межгосударственных отношений на трансграничных территориях. Причем эти проблемы связаны не только с различными государственными системами таможенного и экономического регулирования, но и с появляющимися разногласиями в области природопользования и природоохранного законодательства, и, как следствие, в вопросах устойчивого функционирования природных систем. Изучение приграничных территорий одного региона или страны обособлено от сопредельных не дает полного представления о путях оптимизации природопользования и решения проблем. Актуально это и для России, которая после распада СССР получила новых «соседей» и имеет протяженные границы (61 тыс. км). В новых экономических условиях роль и значение приграничных территорий для нее резко возросли - ранее общие транспортные, экономические и социальные инфраструктурные связи были разрушены, при этом увеличилось число внешнеэкономических связей и взаимодействий с соседними государствами. Вследствие этого совместное использование природных и антропогенных объектов приводит к возникновению экологических и экономических конфликтов, возрастанию социальной напряженности.

Самая протяженная новая сухопутная граница у Российской Федерации (РФ) с Республикой Казахстан (РК) – 7513 км, к ней примыкает 12 из 85 субъектов РФ и 7 из 14 областей РК. При этом такие природные объекты как бассейн р. Иртыш, Кулундинская равнина, Рудный Алтай относятся к трансграничным территориям. Они имеют общую историю освоения и

единые важные даты – периоды массового заселения Западной Сибири (1867–1917 гг.) и освоения целинных и залежных земель (1954–1961 гг.). Второй оказал значительное влияние на формирование современной системы расселения – закреплению населенных пунктов, основанных в дореволюционный период.

Цель исследования – определить значение экологического мониторинга на сопредельных территориях России и Казахстана для их устойчивого развития на основе данных ДЗЗ.

Объект исследования – трансграничная территория «Кулунда».

Материалы и методы. Основу работы составили отечественные и зарубежные картографические и литературные материалы. В работе использованы: ретроспективный, статистический, картографический и геоинформационный методы.

Полученные результаты. Мониторинг представляет собой многоуровневую систему – от детального, реализуемого в пределах отдельных поселений, до глобального, который обеспечивается за счет объединения национальных систем мониторинга в единую межгосударственную сеть [4]. Она разработана для решения задач на различных политических уровнях – от местного до международного. Для небольших территорий программы мониторинга не требуют значительного взаимодействия различных сторон. Однако, для территорий, пересекающихся различными видами границ, например, гидрологических (речные бассейны) и административных (страны), возникает необходимость их сотрудничества.

Под трансграничным мониторингом понимается мониторинг, проводимый на трансграничных территориях с использованием единых сети исследования, методики и технологии. Важным является то, что программы мониторинга соседних государств на такой территории должны давать сопоставимые результаты. Это побуждает к использованию механизмов для обмена данными и информацией с целью обеспечения возможности проверки результатов. При подходе «снизу вверх» информация локального или

регионального мониторинга может выявить экологические проблемы, имеющие международное значение, а при подходе «сверху вниз» международные соглашения и директивы способствуют разработке программ мониторинга низших уровней. Очевидно, что трансграничный мониторинг является недостаточным для общего мониторинга какого-либо объекта и не может рассматриваться отдельно от национальных программ.

Комплексный экологический мониторинг формируется из мониторинга отдельных компонентов природной среды, которые осуществляются на основе нормативно-правовых отраслевых актов. Так основные задачи мониторинга земель прописаны в Земельном кодексе № 163-ФЗ от 25 октября 2001 г.:

- своевременное выявление изменений состояния земель, оценка этих изменений, прогноз и выработка рекомендаций о предупреждении и об устранении последствий негативных процессов;

- информационное обеспечение государственного земельного надзора, иных функций государственного и муниципального управления земельными ресурсами, а также землеустройства;

- обеспечение граждан информацией о состоянии окружающей среды в части состояния земель.

Вопросы, касающиеся мониторинга земель, освещены также в Федеральных законах № 101-ФЗ «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» от 24.07.2002 г.; № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» от 4 июля 2007 г. и Постановлении Правительства Российской Федерации № 689 «О государственном земельном контроле» от 15 ноября 2006 г. Согласно этим правовым документам формируются сведения об уникальных характеристиках земель в целях сохранения их целевого использования:

- описание местоположения границ и площадей;
- сведения о вещных правах на объект и их ограничениях;
- кадастровая стоимость;

- сведения о лесах, водных объектах и об иных природных объектах, расположенных в пределах земельного участка;
- категория земель, к которой он отнесен;
- разрешенное использование.

Все приемы, средства и методы осуществления мониторинга земель подразделяются в зависимости от сроков и периодичности их проведения на:

- базовые (проводятся для получения данных о состоянии земель на момент начала ведения мониторинга) осуществляются впервые на той или иной территории и носят общий характер;
- периодические (проводятся для получения данных о состоянии земель за определенный период – раз в три года и более);
- оперативные (проводятся для получения данных о состоянии земель на текущий момент) фиксируют все текущие изменения состояния земельных ресурсов [3].

Данные мониторинга применяют для вынесения решений о возможном размещении того или иного объекта; определении разрешенных видов землепользования; выявления правонарушений, связанных с видами деградации земель; привлечения нарушителей к ответственности.

Организация экологического мониторинга базируется на трех основных принципах: комплексности, систематичности и унифицированности. На их основе выстраивается алгоритм системы экологического мониторинга (рис. 1). Его структура состоит из четырех основных блоков: базы данных, аналитического блока, информационного блока и блока управления экологической ситуацией. Стоит отметить, что информационный блок является составной частью блока системы управления состоянием окружающей среды, так как информация о существующем состоянии окружающей среды и тенденциях его изменения являются основой разработки природоохранной политики и планирования социально-экономического развития территорий.

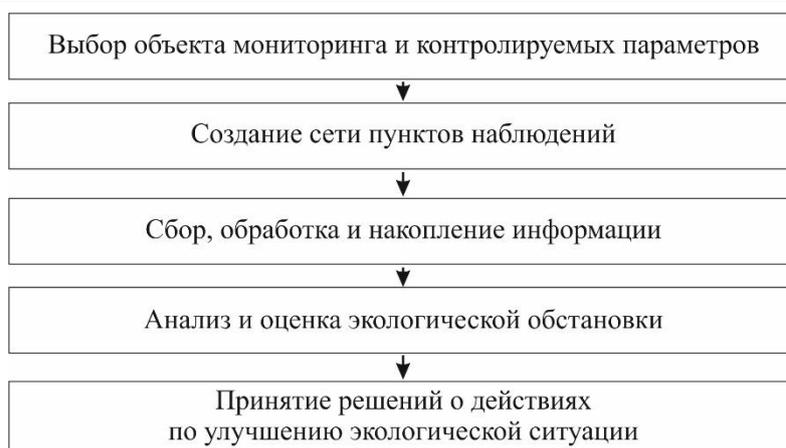


Рис. 1 – Алгоритм системы экологического мониторинга

Получение информации при осуществлении мониторинга может производиться с использованием:

- соответствующих фондов данных;
- наземных съемок, наблюдений и обследований;
- сети постоянно действующих полигонов, эталонных стационарных и иных участков, межевых знаков;
- дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

В настоящее время в программах экологического мониторинга помимо традиционных способов сбора данных (1–3) большое значение приобретает дистанционное зондирование с использованием электронных измерительных устройств наблюдения, самолетов и спутников в режиме реального времени. Преимуществами такого способа наблюдения являются: регулярность съемок одного и того же объекта, оперативное распространение информации, для приема, хранения и анализа несколько видов данных достаточно одной станции. Это позволяет предпринимать срочные действия, если пороговый уровень значений превышен, например, при возникновении чрезвычайных ситуаций, связанных с резким подъемом уровня воды в реке [2].

Данные ДЗЗ широко применяются для мониторинга глобального и национального уровней, в том числе и для его отдельных отраслей. Так в исследовании землепользования съемки из космоса дают много возможностей, обеспечивая:

- различное пространственное разрешение для проведения анализа

посевов на уровне отдельных регионов, хозяйств и полей;

- достаточно длинные ряды наблюдений низкого разрешения для выявления сезонных изменений;

- оценку на основе панхроматических и мультиспектральных наблюдений высокого и сверхвысокого разрешения, характеризующих цветное состояние полей посевов.

Самыми крупными, существующими в настоящее время, проектами систем космического мониторинга сельскохозяйственных земель являются «Управление мониторинга сельскохозяйственных ресурсов» (MARS), функционирующего при Европейской комиссии и «Национальная сельскохозяйственная служба США» (NASS). В отличие от NASS, которые проводят исследования только на территории США, MARS выполняют проекты и для ряда других стран, в том числе СНГ, а также принимают активное участие в глобальном агрометеорологическом мониторинге. Кроме этого созданы специальные системы, позволяющие получать карты растительного покрова земной поверхности по данным сенсора MERIS/Envisat (300 м), обновляемые один раз в трое суток [7]. Вместе с тем, применение ДЗЗ для экологического мониторинга, их практическое применение для детального и локального уровней мониторинга, носит эпизодический характер и, как правило, связано с государственным заказом [5].

Учитывая трансграничный характер и аграрную направленность развития территории «Кулунды» необходимо усиление сотрудничества между странами в сельскохозяйственной сфере, которое следует осуществлять на уровне приграничных муниципальных районов – экспорт / импорт сельскохозяйственной продукции; координации усилий по борьбе с болезнями животных и растений, нашествиями саранчи; оказание услуг по совместному проведению сельхозуборочных работ (аренда техники и поставки горючего); обмену опытом в проведении агротехнических работ.

Полноценный мониторинг с использованием данных ДЗЗ не может быть осуществлен без наземных наблюдений, необходимых для верификации

данных (табл. 1, рис. 2). Каждому блоку показателей должно соответствовать три уровня: федеральный, региональный и локальный. Для федерального уровня необходимы осредненные данные в масштабе всей страны – общее состояние сельскохозяйственной растительности (осредненные индексы вегетации), преобладающие посевные культуры. На региональном уровне – структура сельскохозяйственных угодий, урожайность и другие показатели, в том числе и статистические, в разрезе муниципальных образований субъекта Федерации. Для локального уровня должны формироваться самые подробные оперативные данные для хозяйств и отдельных полей – оценка состояния растительности и прогнозирование урожайности, состояние гумусового горизонта, количество внесенных удобрений и пестицидов. Сопоставление данных за определенный период наблюдений формирует историю полей каждого сельскохозяйственного предприятия, что дает возможность оценки соблюдения структуры землепользования. Например, подсолнечник, выращиваемый в условиях «Кулунды» – экологоемкая сельскохозяйственная культура. Для вызревания ему требуется большое количество питательных элементов, получаемых из почвы, поэтому на одном и том же участке его рекомендуют высаживать только через 8-9 лет, а до этого времени ему должны предшествовать пшеница и ячмень. При этом он является ценной в отношении товарного производства культурой, что приводит к созданию упрощенных, слабоустойчивых систем землепользования, основанных на севооборотах с короткой ротацией (2–3 года – пшеница-подсолнечник-пар/залежь) и повторных посевах. Факт чередования культур прослеживается с помощью данных, полученных методом дешифрирования космических снимков за восьмилетний период.

Изучение международных трансграничных территорий и практик природопользования перспективно для обеспечения как геоэкологической, так и экономической безопасности приграничных территорий, в силу того, что адекватно оценить состояние природных ресурсов, уровня их использования и соответствия экологическим нормам муниципальных

образований одной страны без учета процессов, происходящих в другой, невозможно. Например, информация о биологическом загрязнении по одну сторону границы позволяет прогнозировать развитие ситуации по другую.

Таблица 1 – Требования к данным космической съемки на разных уровнях мониторинга

Уровень	Спектральный диапазон, мкм	Линейное разрешение на местности, м	Космическая съемочная система	Период повторного обзора	Задачи
Федеральный	0,43–0,45 0,45–0,52 0,53–0,60 0,63–0,68 0,85–0,89	≥ 30	Landsat-7, Landsat-8, Sintene1-2	1-3 месяца	сезонные изменения; динамика посевных площадей; степень увлажнения земель
Региональный	0,50–0,59 0,61–0,68 0,78–0,89 1,58–1,75	20	SPOT-4	1-3 недели	урожайность; деградация растительного покрова; инвентаризация посевов с/х культур
Локальный	0,40 – 0,45 0,45 – 0,51 0,51 – 0,58 0,585 - 0,625 0,63 – 0,69 0,705 – 0,745 0,77 – 0,895 0,86 – 1,04	≤ 5	RapidEye, World View-2, Pliades	1 неделя	площадь угодий; севообороты; развитие эрозионных процессов; оценка биологической засоренности посевов выявление вредителей и болезней сельскохозяйственных культур; точное земледелие

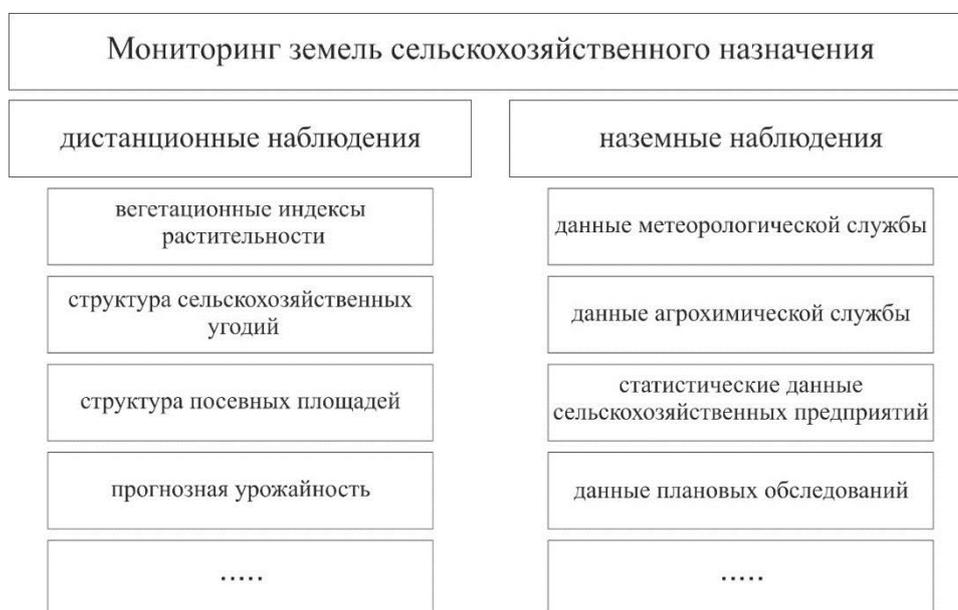


Рис. 2 – Схема мониторинга земель сельскохозяйственного назначения

Для трансграничных территорий должен быть введен дополнительный уровень мониторинга с созданием международных стационаров. Это обеспечит сбор данных и в случае возникновения каких-либо чрезвычайных ситуаций обеспечит принятие оперативных решений. Так как получение и

использование данных по разные стороны от границы ограничено законодательными документами, имеют различную точность привязки, специальные форматы, не унифицированы, а зачастую противоречивы [1]. Именно для трансграничного мониторинга наиболее важными и актуальными являются данные дистанционных наблюдений, которые расширяют объем достоверной информации об объектах землепользования, их количественном и качественном состоянии, интенсивности использования природных ресурсов, а также об экологической ситуации в целом. Юридической основой для такого сотрудничества должны стать соответствующие договоры и соглашения, научно-технические программы между Россией и Казахстаном, между администрациями приграничных субъектов двух государств.

Выводы. Изучение трансграничных территорий и практик сельскохозяйственного землепользования необходимо для обеспечения их как геоэкологической, так и экономической безопасности в силу того, что адекватно оценить состояние природных ресурсов, уровня их использования и соответствия экологическим нормам одной страны без учета процессов, происходящих в другой, невозможно.

Один из способов обеспечения устойчивости систем сельскохозяйственного землепользования является управление ими, основанное на глобальном экологическом мониторинге. При этом особое внимание следует уделять трансграничным природным территориям, так как здесь наиболее ярко проявляются проблемы, связанные с различием в обеспечении деятельности человека по обе стороны от границы. Для них должен быть введен дополнительный уровень мониторинга – межгосударственный с созданием международных стационаров. Это обеспечит в случае возникновения каких-либо чрезвычайных ситуаций принятие оперативных и адекватных двухсторонних решений. Эффективным и объективным источником информации для таких территорий служат

данные ДЗЗ, которые применимы и для отраслевого мониторинга системы землепользования.

Литература

1. Бешенцев А.Н. Картографический мониторинг природопользования международного бассейна озера Байкал // Итерэкспо Гео-Сибирь. – 2012. -Т. 2. – С. 144-149.
2. Болсуновский М.А. Современные подходы к организации оперативного космического мониторинга // Геоматика. – 2010. – №3 (8). – С. 13-18.
3. Дамдын О.С. Понятие, задачи и виды мониторинга земель // Молодой ученый. – 2012. – №1. Т. 2. – С. 165-166.
4. Израэль Ю.А. Глобальная система наблюдений. Прогноз и оценка окружающей природной среды. Основы мониторинга // Метеорология и гидрология. – 1974. – № 7. – С. 3-8.
5. Чернов А.В. Мониторинг с помощью ДЗЗ и практика регионального управления // Земля из космоса. Наиболее эффективные решения. – 2010. – № 7. – С. 19-27.
6. Шварц С.С. Теоретические основы глобального экологического прогнозирования // Всесторонний анализ окружающей природной среды. Труды II Советско-американского симпозиума. – 1976. – С. 181-191.
7. Arino O., Bicheron P., Achard F., Latham J., Witt R., & Weber J.L. GLOBCOVER – The most detailed portrait of Earth // ESA Bulletin-European Space Agency. – 2008. – P. 24-31.

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ НА ПРИМЕРЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Резников В.Ф., Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Губарев М.С.

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия

e-mail: rvf@iwep.ru

Аннотация. Представлен опыт разработки территориальной схемы обращения с отходами, в том числе с ТКО, на территории Алтайского края.

Ключевые слова: территориальная схема, коммунальные отходы, инфраструктура обращения с отходами, региональный оператор, зоны действия регионального оператора

THE DEVELOPMENT OF AN EFFECTIVE SYSTEM FOR WASTE MANAGEMENT BY THE EXAMPLE OF ALTAI KRAI

Reznikov V.F., Rybkina I.D., Stoyashchevs N.V., Gubarev M.S.

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia

e-mail: rvf@iwep.ru

Abstract. The paper describes the experience in developing the territorial scheme for waste (including municipal solid wastes) management on the territory of Altai Krai.

Keywords: territorial scheme, municipal waste, infrastructure for waste management, regional operator, zones of regional operator activity

Введение. Проблема обращения с отходами является комплексной и охватывает все области экономики и жизнедеятельности населения Алтайского края. Для ее решения необходимы единый организационно-технологический подход, программно-целевые методы управления и координация действий всех уровней власти, а также бизнес-структур, общественных организаций и населения.

Действенным организационным инструментом, направленным на решение этой проблемы, является Территориальная схема обращения с отходами (далее – Территориальная схема). В рамках нее перед органами исполнительной власти и местного самоуправления Алтайского края ставится одна из важнейших задач – организация экологоприемлемой, технологически возможной и экономически целесообразной эффективной системы обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО), включая ликвидацию накопленного экологического ущерба на основе использования наилучших доступных технологий в этой области.

Территориальная схема разработана в рамках исполнения полномочий, возложенных на субъекты Российской Федерации Федеральным законом от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ (в ред. от 03 июля 2016 г.) «Об отходах

производства и потребления», а также в соответствии с Требованиями к составу и содержанию территориальных схем обращения с отходами, в том числе с ТКО (утв. постановлением Правительства РФ от 16 марта 2016 г. № 197); Рекомендациями по порядку согласования территориальных схем обращения с отходами, в том числе с ТКО (утв. Письмом Росприроднадзора РФ от 31 мая 2016 г. № АС-03-03-36/10394) и другими правовыми нормативными и программными документами.

Материалы и методы. В основу Территориальной схемы положен механизм управления региональной системой обращения с отходами, основанный на межмуниципальном зонировании территории Алтайского края и на развитии инфраструктуры по сбору, накоплению, использованию, обезвреживанию, транспортированию и размещению твердых и жидких бытовых отходов, предусмотренный мероприятием задачи 3.2 Подпрограммы 3 «Развитие системы обращения с отходами производства и потребления на территории Алтайского края» на 2015–2020 годы» государственной программы Алтайского края «Охрана окружающей среды, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов, развитие лесного хозяйства Алтайского края» на 2015–2020 годы» (утв. постановлением Администрации Алтайского края от 23 октября 2014 г. № 494 в ред. от 23 марта 2015 г.).

В методическом плане разделы Территориальной схемы выполнены в разрезе населенных пунктов, сельских поселений, городских округов, муниципальных районов, межмуниципальных зон действия региональных операторов и Алтайского края в целом. Они имеют единый уровень содержательного обобщения информации, целевая направленность и форма подачи которой отвечает специфике существующих и потенциально возможным запросам при реализации и развитии системы обращения с отходами.

В качестве исходных данных использованы сведения, представленные органами исполнительной власти Алтайского края, территориальными

органами федеральных органов исполнительной власти; учреждениями и организациями, имеющих отношение к охране окружающей среды и обеспечению санитарной и экологической безопасности, системе санитарной очистки и обращению с отходами; органами местного самоуправления и специализированными предприятиями; публичные (открытые) данные, размещенные на официальных сайтах органов исполнительной власти.

Полученные результаты. В настоящее время на всей территории Алтайского края сложилась сложная ситуация в сфере обращения с отходами производства и потребления. Только по данным Управления Росприроднадзора по Алтайскому краю и Республике Алтай по кругу отчитывающихся организаций по форме 2ТП-отходы, в 2015 г. в крае образовалось около 3,2 млн т отходов 670 видов, из которых использовано и обезврежено 41,6 %.

Основной объем образования отходов приходится на предприятия, относящиеся к таким видам экономической деятельности, как сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство – около 0,857 млн т (26,8 %), обрабатывающие производства – 0,831 млн т (26,0 %), добыча полезных ископаемых – 0,797 млн т (24,9 %), производство и распределение электроэнергии, газа и воды – 0,576 млн т (18,0 %), что объясняется структурой хозяйственного комплекса края.

За последние четыре года объем ежегодного образования промышленных отходов по списку отчитывающихся организаций практически остается на одном уровне, несмотря на рост объемов производства по отдельным видам экономической деятельности.

Общий же объем образования отходов с учётом данных 2ТП-отходы и нормативных расчётов образования ТКО от населения, объектов социально-бытового обслуживания в 2015 г. на территории края составляет свыше 4,7 млн т.

В целом существующее состояние системы обращения с отходами в Алтайском крае характеризуется ростом объемов образования и захоронения

отходов производства и потребления.

В населенных пунктах края централизованно вывозится не более 40 % отходов.

В 47 муниципальных образованиях края осуществляют деятельность по сбору и вывозу ТКО 154 организации, в 23 муниципальных образованиях таких организаций не создано, работа по сбору и вывозу ТКО проводится силами администраций сельсоветов и населения. Правила сбора и вывоза ТКО определены в 64 % муниципальных образований края. Система сбора вторичного сырья разработана только в 16 % муниципальных образований. В 5 городских округах и 25 муниципальных районах организован сбор вторичных материальных ресурсов (ВМР).

Сбору и утилизации в качестве ВМР подвергаются, в основном, отходы, которые характеризуются высоким уровнем ликвидности в сложившихся рыночных условиях: лом черных и цветных металлов, не загрязненные отходы пластических материалов, бумаги и картона, полимерные отходы, текстильные отходы, бой стекла, керамики, устаревшая оргтехника.

Слабое развитие индустрии вторичной переработки приводит к тому, что захоронение отходов на свалках является основным методом их утилизации.

Общей проблемой для муниципальных образований края остается несанкционированное размещение отходов. В основном они расположены вдоль транспортных путей, на окраинах населенных пунктов, на территориях дачных и садоводческих кооперативов, в местах массового (организованного и неорганизованного) отдыха населения. Морфологический состав отходов несанкционированных и стихийных свалок представлен преимущественно поликомпозиционными отходами упаковочной тары, крупногабаритными отходами, отходами строительного производства и деревообработки. Контроль таких свалок со стороны органов местного самоуправления малоэффективен, нередко фактически отсутствует, слабо разработаны

способы и условия, препятствующие их образованию.

Всего на территории края в настоящее время насчитывается около 3 000 мест размещения ТКО, из которых более 90 % не отвечают требованиям санитарных правил. Свалки расположены на землях лесного, водного фонда, сельхозназначения. Кроме того, не осуществляется рекультивация отработанных участков, что приводит к расширению территории полигонов и свалок. Общая площадь, занимаемая ими, превышает 2 000 га. В Государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОРО) входит 43 объекта, из них 14 предназначены для размещения ТКО.

Анализ ситуации в области обращения с отходами выявил следующие основные проблемы, затрудняющие реализацию государственной политики в данной сфере и приводящие к постоянному росту экологической нагрузки на окружающую среду:

- неразвитость инфраструктуры в области использования и обезвреживания отходов;
- недостаточное применение экономических методов регулирования отношений в области обращения с отходами;
- отсутствие финансовых средств у органов местного самоуправления, на которые возложены основные полномочия в данной сфере;
- низкая грамотность и отсутствие заинтересованности населения и юридических лиц в решении вопросов обращения с отходами.

В основу организации межмуниципальной системы Алтайского края по обращению с отходами положен ряд ключевых экономико-географических принципов выделения центральных мест, способствующих сокращению материальных затрат региональных операторов. Определение зон обслуживания основывается на сочетанном учёте нескольких факторов социально-экономического развития Алтайского края – современной системе расселения, функциональных типах населённых пунктов, их транспортной доступности, а также с учетом существующего деления края на

управленческие округа, что в целом, по мнению разработчиков, будет способствовать более обоснованному принятию оперативных и/или стратегических решений. При выделении зон также учитывались количественные данные и развитие инфраструктуры по сбору, накоплению, использованию, обезвреживанию, транспортированию и размещению ТКО. В ходе проведенного анализа было выделено 7 межмуниципальных зон по обращению с отходами и соответственно предлагаемых зон действия региональных операторов: Алейская, Барнаульская, Бийская, Заринская, Каменская, Рубцовская, Славгородская. На рисунке 1 приведено предлагаемое зонирование в сравнении с существующим, разработанным в 2013 г. [1].

Материалы по каждой зоне Территориальной схемы, как уже отмечалось выше, разработаны в соответствии с требованиями к составу и содержанию территориальных схем обращения с отходами, в том числе с ТКО и оформлены отдельными томами. Общая характеристика межмуниципальных зон Алтайского края приведена в таблице 1.

Для более оптимального решения поставленной задачи с целью выработки основных направлений развития системы организации и осуществления деятельности по обращению с отходами, разработке предложений по строительству, реконструкции и модернизации объектов инфраструктуры по обращению с отходами, а также предложений по выводу из эксплуатации объектов обезвреживания и размещения отходов, не соответствующих требованиям законодательства, Территориальной схемой предусматривается зональная интеграция ресурсов и возможностей, включающая:

- оптимизацию логистических потоков и снижение затрат на строительство объектов инфраструктуры обращения с отходами за счет укрупнения последних;

- объединение существующих и новых объектов инфраструктуры обращения с отходами при сохранении действующих операторов рынка;

– формирование единого для зоны рынка ВМР и максимальное вовлечение этих ресурсов в хозяйственный оборот совместными усилиями действующих операторов;

– объединение ресурсного потенциала муниципальных образований для обеспечения экологической безопасности в сфере обращения с отходами.

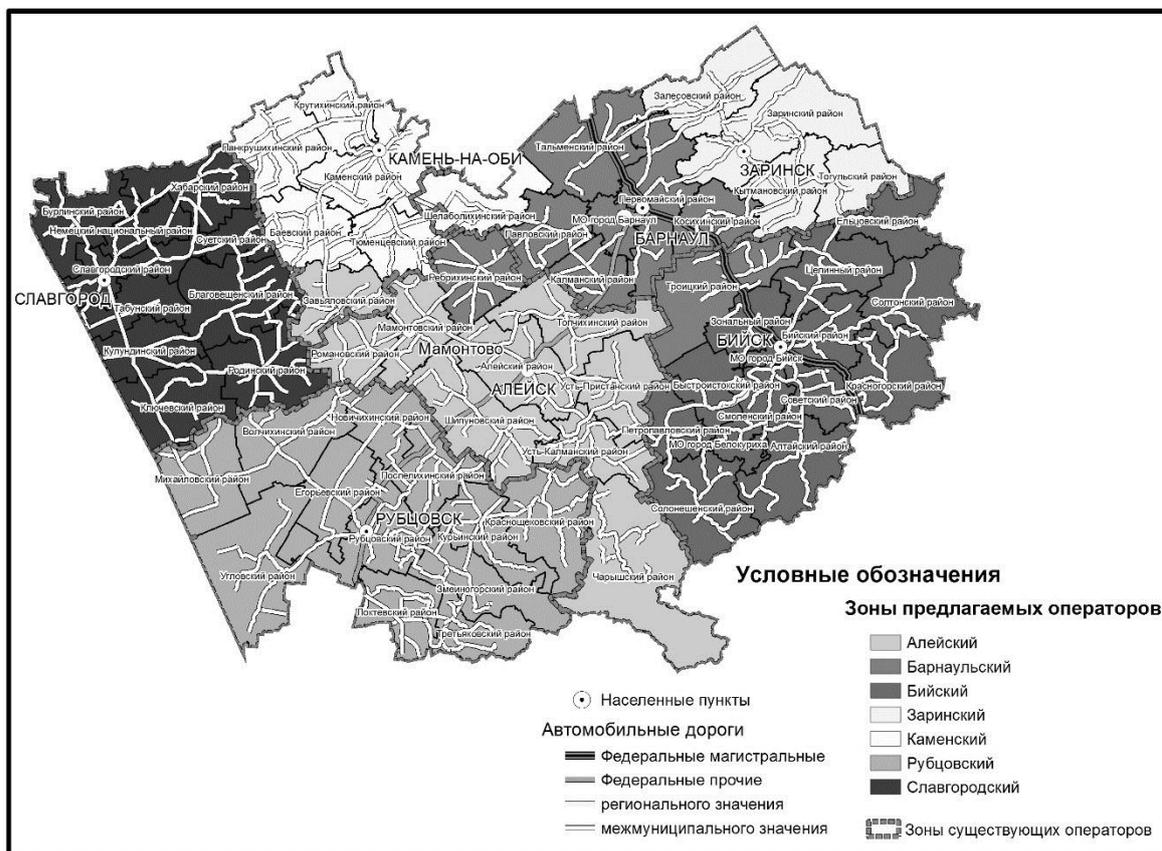


Рис. 1 – Зонирование Алтайского края по обращению с отходами

В качестве основной модели сбора твердых коммунальных отходов на территории зон предлагается выбрать контейнерно-бункерное накопление отходов. В населенных пунктах свыше 1000 человек – в контейнерах, расположенных на оборудованных контейнерных площадках. Для населенных пунктов с численностью менее 1000 жителей предлагается реализовать систему сбора и удаления отходов с помощью бункеров-накопителей объемом 8 м³, установленных на границе населенных пунктов на площадках временного хранения отходов. Выбор варианта системы сбора отходов определяется экономической целесообразностью его организации для данного населенного пункта при обязательном учете мнения местного

населения. Предложенная модель обеспечивает снижение расходов на сбор и вывоз отходов и ее можно считать перспективной.

Территориальной схемой предусматривается отдельный сбор ТКО, который предлагается осуществлять поэтапно. На первом этапе рекомендуется расширение сферы деятельности существующих организаций, обрабатывающих отходы, реализующих точечные программы по отдельному сбору. На втором этапе, после того, как у населения выработается практика отдельного сбора, внедряется система селективного сбора на большей территории с привлечением управляющих компаний при условии экономической целесообразности и достаточности мощностей обрабатывающих предприятий.

Отдельный сбор отходов может осуществляться путем использования большого количества различных контейнеров для отдельного ВМР либо путем использования двухконтейнерной системы, принцип которой заключается в разделении отходов на стадии сбора на две составляющие: полезные вторичные компоненты, пригодные для повторного использования (полимерные отходы, бумага, металл, стекло и пр.), и прочие отходы. Таким образом, не происходит смешивание и загрязнение ценных компонентов пищевыми отходами; вторсырье, собираемое отдельно, остается более высокого качества, чем смешанное. С учетом существующих технологических возможностей по сортировке отходов двухконтейнерная система отдельного сбора отходов экономически более эффективна, чем многоконтейнерная система сбора отходов в частности за счет снижения затрат на приобретение и обслуживание контейнерного парка, а также затрат на транспортирование отходов за счет сокращения количества транспортных средств и логистических маршрутов для сбора отходов.

Внедрение отдельного сбора твердых коммунальных отходов предлагается осуществлять поэтапно с использованием «пилотных» (крупных) населенных пунктов, имеющих в каждой из зон деятельности региональных операторов и в которых уже организован, пусть

периодический, отдельный сбор ТКО, а также населенных пунктов, рядом с которыми расположены объекты сортировки отходов.

С целью сокращения затрат на транспортирование ТКО, Территориальной схемой предлагается применение двухэтапного транспортирования отходов. Промежуточным звеном транспортирования выступают мусороперегрузочные станции, на которых поступающие отходы из населенных пунктов с малым недельным объемом их образования проходят прессование в транспортные партии, и мусоросортировочные линии, где происходит первичная и глубокая сортировка твердых коммунальных отходов. Мусороперегрузочные станции представляют собой объекты, где производится частично накопление и перегрузка отходов из малотоннажной мусоровозной техники в контейнеры большого объема с высокой степенью уплотнения с последующим вывозом большегрузными автомобилями на объекты по сортировке.

Вместе с тем, необходимо отметить, что прессование отходов на перегрузочных станциях без их сортировки приводит к некоторому снижению качества отходов и стоимости продукции, получаемой в результате их обработки.

Таким образом, схема обращения с отходами в каждой из зон Территориальной схемы будет состоять из следующих компонентов: система контейнерных и бункерных площадок; мусороперегрузочные станции; предприятия по обработке отходов и полигоны по размещению отходов.

Система контейнерных площадок будет выстроена по территориальному принципу. Каждая из площадок входит в состав одного из маршрутов спецтранспорта по вывозу отходов. Контейнеры или бункеры-накопители устанавливаются на специально оборудованных площадках временного хранения отходов на границах населенных пунктов.

Сама организация таких площадок временного хранения отходов позволяет отказаться от мест размещения отходов, не соответствующих природоохранному законодательству и произвести их рекультивацию без

ущерба хозяйственной деятельности населения, тем самым ликвидировав накопленный на данной территории экологический ущерб.

Мощность мусороперегрузочных и мусоросортировочных предприятий соответствует объемам отходов, формирующихся на прилегающих территориях согласно расчетам.

Так, например, для Заринской зоны в связи с незначительными объемами недельного образования отходов, подлежащих сортировке и переработке (см. табл. 1 и рис. 2), предлагается производить вывоз отходов из каждого населенного пункта административных районов на площадки временного хранения отходов, оборудованных контейнерами или бункерами-накопителями.

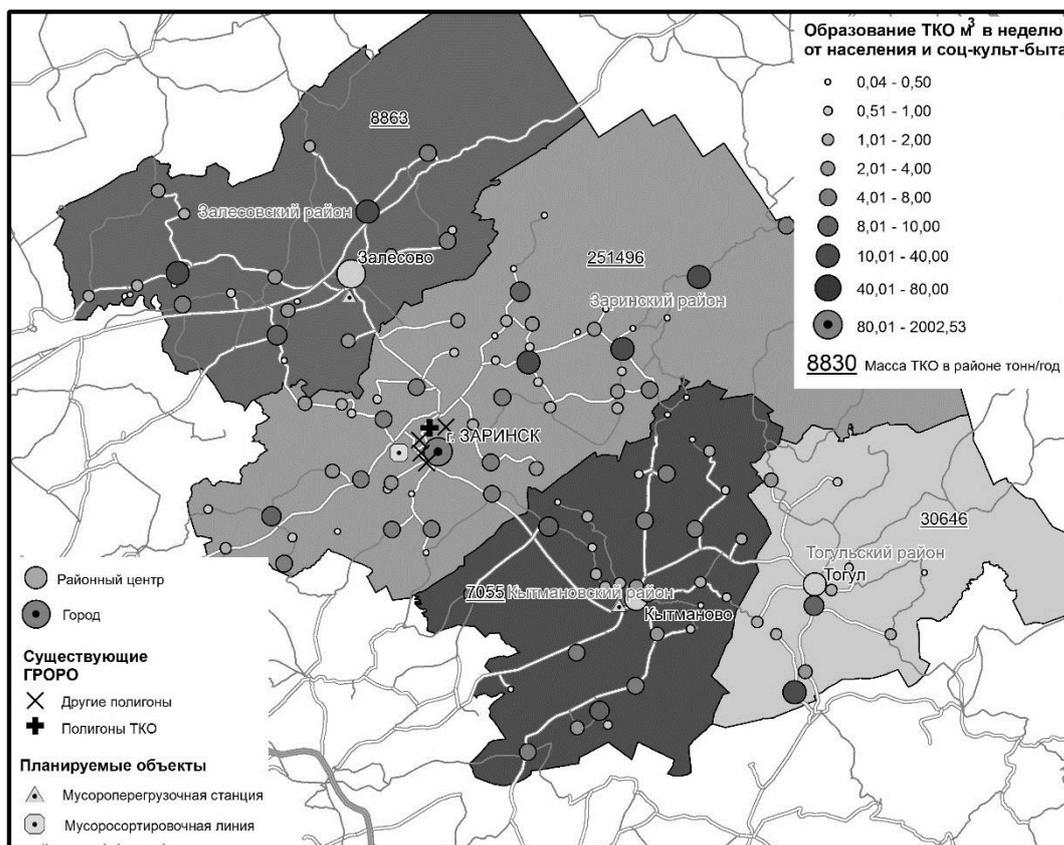


Рис. 2 – Объемы образования твердых коммунальных отходов от населения и организаций соцкультбыта в Заринской зоне

В целях обеспечения экономической рентабельности предполагается ТКО, образовавшиеся в Тогульском, Кытмановском, Залесовском районах перевозить на мусороперегрузочные станции в сс. Кытманово и Залесово с дальнейшим вывозом на мусоросортировочную линию в г. Заринске. Отходы, образованные в населенных пунктах Заринского района,

направляются непосредственно на мусоросортировочную линию в г. Заринске (рис. 3).

Необходимо отметить, что в каждой зоне Территориальной схемы мусоросортировочные линии предусматривает не только извлечение из мусора ценных высоколиквидных видов ВМР, его прессования и складирования с последующей отправкой на конечные пункты переработки, но и возможным получением полуфабрикатов, являющихся исходным сырьем для производства товарной продукции.

Неделовая часть отходов, так называемые «хвосты» брикетируется и вывозится на захоронение на полигоны, внесенные в реестр ГРОРО.

В целом предложенный подход при разработке Территориальной схемы обращения с отходами соответствует Правилам обращения с твердыми коммунальными отходами, утвержденными постановлением Правительства РФ от 12 ноября 2016 г. № 1156.

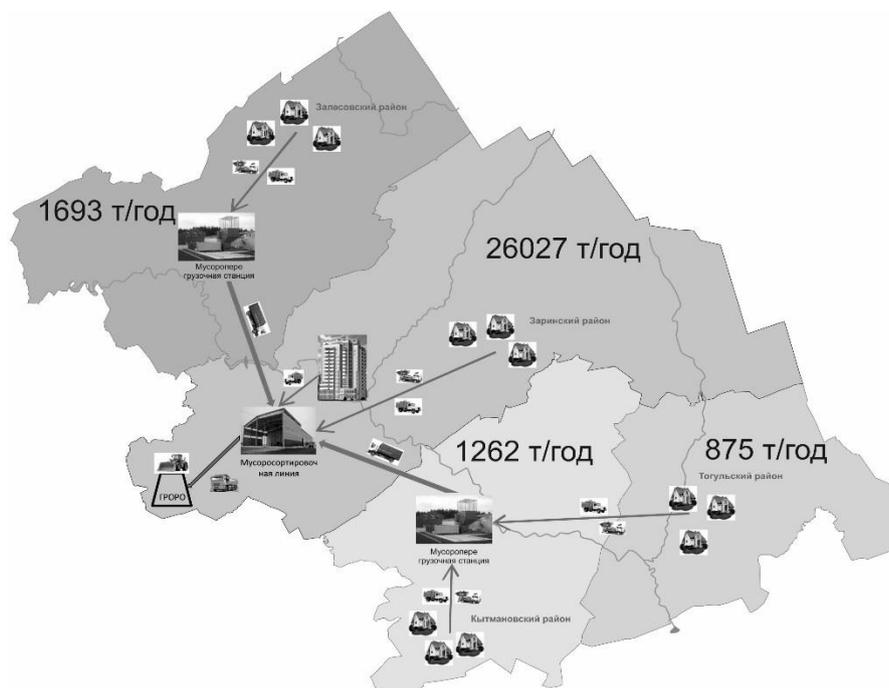


Рис. 3 – Схема движения отходов в Заринской зоне

Выводы. Предложенная технологическая схема осуществления деятельности в сфере обращения с отходами в каждой зоне позволяет осуществить:

– построение системы, направленной на максимальное извлечение вторичных материальных ресурсов из отходов путем внедрения отдельного сбора, сортировки отходов, создания производств по первичной переработке вторичных ресурсов;

– строительство межмуниципальных объектов по переработке и обезвреживанию отходов, что позволит повысить экономическую эффективность инвестиций в развитие всей инфраструктуры обращения с отходами в зоне;

– «мягкого», поэтапного процесса реализации Территориальной схемы с максимальным сохранением действующих операторов в зоне;

– максимального использования механизмов государственно-частного партнерства, в т.ч. за счет создания комплексной системы управления отходами в зоне;

– ежегодной актуализации Территориальной схемы.

Таблица 1 – Общая характеристика межмуниципальных зон обращения с отходами Алтайского края

Зоны	Число сельских поселений	Число населенных пунктов	Численность населения, чел.	Общий объем образования отходов, т/год	Объем отходов, направленных на сортировку, т/год
Алейская	123	248	187 907	370 366	32 956
Барнаульская	95	273	1 000 124	1 560 162	543 896
Бийская	112	293	420 807	801 310	140 351
Заринская	44	118	99 871	298 060	29 858
Каменская	63	137	112 483	183 804	54 752
Рубцовская	127	281	352 622	1 208 436	112 581
Славгородская	83	238	201 400	287 232	47 527
Алтайский край	647	1 588	2 375 214	4 709 370	961 921

Литература

1. Комплексная схема обращения с отходами в Алтайском крае, в том числе схема межмуниципального размещения объектов размещения с отходами». – Т. 4. – Итоговый отчет о результатах работ. – ООО «Северокавказский институт экологического проектирования» (г. Краснодар), 2013. – С. 334.

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТИ НА ОСНОВЕ ЛАНДШАФТНО-БАСЕЙНОВОГО ПОДХОДА В РЕГИОНАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Губарев М.С., Курепина Н.Ю., Резников В.Ф.

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия

e-mail: irina.rybkina@mail.ru

Аннотация. Представлен опыт применения ландшафтно-бассейнового подхода в целях детализации региональных оценок водообеспеченности территорий Западной Сибири. Оценка потенциала водообеспеченности осуществляется с учетом среднесуточных значений стока, маловодных периодов, объемов безвозвратного водопотребления, для современного и перспективного этапов развития регионов.

Ключевые слова: современная и перспективная водообеспеченность, речной и подземный сток, среднесуточные расходы рек, маловодные периоды, ландшафтно-бассейновый подход

ASSESSMENT OF WATER AVAILABILITY POTENTIAL USING LANDSCAPE- BASIN APPROACH IN REGIONS OF WESTERN SIBERIA

Rybkina I.D., Stoyashcheva N.V., Gubarev M.S., Kurepina N.Yu., Reznikov V.F.

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia

e-mail: irina.rybkina@mail.ru

Abstract. The experience of application of landscape-basin approach to detail the assessment of water availability in the regions of Western Siberia is represented. The assessment of water availability potential is carried out in terms of the average annual flow, low-water periods, and the volume of irrevocable water consumption for current and future development of the regions.

Keywords: current and future water availability, river and groundwater runoff, average annual river flow, low-water periods, landscape-basin approach

Проблематике водных ресурсов и оценке водообеспеченности территорий уделяется пристальное внимание на международном, государственном и региональных уровнях. Признается, что современный кризис водных ресурсов – это кризис управления.

В России проблемы ресурсосбережения актуальны в контексте инновационного развития страны. Задачи по достижению эффективного и рационального использования водных ресурсов поставлены Правительством Российской Федерации в Водной стратегии России и Федеральной целевой программе «Развитие водохозяйственного комплекса РФ в 2012–2020 гг.».

Оценка водообеспеченности территорий в методическом отношении достаточно сложна и связана с такими проблемами, как недостаток гидрологической информации, различия условий формирования и использования водных ресурсов, трудности совмещения физико-географических, административно-территориальных и водохозяйственных

границ, разнородность анализируемой информации. Эти и другие сложности выполнения расчетов снижают качество проводимых оценок в регионах.

Цель настоящей работы – детализация оценок водообеспеченности на региональном и субрегиональном уровнях.

Материалы и методы. Сотрудниками ИВЭП СО РАН в целях рационализации регионального природо(водо)пользования выполнен углубленный анализ зональных и азональных факторов ландшафтной дифференциации и разработана обобщенная схема физико-географического районирования Сибири [3]. Авторами подчеркивается, что природообусловленные системы, к которым, по нашему мнению, следует отнести и системы водопользования регионов, формируются на основе зонально-провинциальных особенностей территории, занимают важное место в экономике субъектов и имеют более устойчивый характер по сравнению с объектно- и программно-целевыми системами [4]. Управление водными ресурсами и региональными системами природо(водо)пользования предложено осуществлять в рамках ландшафтно-бассейнового подхода [2]. Под руководством д.г.н., проф. Ю.И. Винокурова выполнены исследования по научному обоснованию комплексного использования и охраны водных объектов Обь-Иртышского бассейна.

Ценность предлагаемого подхода видится в возможности его применения на разных иерархических уровнях обобщения пространственной информации – макрорегиональном, региональном и субрегиональном. Субрегиональному уровню соответствуют в административном отношении муниципальные образования субъектов, в природном – физико-географические или ландшафтные провинции, в водохозяйственном – отдельные участки водохозяйственного районирования речных и гидрогеологических бассейнов. Региональный уровень охватывает соответственно субъекты Сибирского федерального округа (СФО), зонально-провинциальное деление Западно-Сибирской физико-географической страны и Алтае-Саянской горной системы, а также бассейновые округа и районы.

Макрорегиональный уровень позволяет обобщить информацию по водообеспеченности для СФО, представляя характеристики в целом для Западной Сибири или Обь-Иртышского бассейна.

Данный подход адаптирован в целях оценки современной и перспективной водообеспеченности регионов Западной Сибири в виде алгоритма последовательных действий, направленных на выполнение поставленной задачи. Процедуры осуществления алгоритма сгруппированы в четыре блока работ: 1) по сбору, обобщению и анализу входной (исходной) информации; 2) по выполнению расчетов оценки современной и перспективной водообеспеченности регионов Западной Сибири; 3) по разработке методических приемов оценки водообеспеченности на разных иерархических уровнях обобщения гидрологической, социально-экономической и водохозяйственной информации; 4) по представлению полученных результатов оценки по ландшафтным провинциям, отдельным регионам и перспективным зонам экономического развития.

Для реализации алгоритма исследования создана база исходных пространственных данных. Природный блок базы данных составляют характеристики естественных ресурсов поверхностных и подземных вод, водохозяйственный – показатели использования водных ресурсов по статистическим формам государственной отчетности 2тп-водхоз, а также расчетные удельные величины водопотребления и водоемкости и др. В социально-экономический блок базы данных вошли параметры численности населения в разрезе населенных пунктов, размер и число городских округов и сельских поселений регионов исследования, стоимостные показатели валового регионального продукта (ВРП) по видам экономической деятельности в разрезе муниципальных образований субъектов и другие. Все процедуры выполняются в два этапа – для оценки современной и перспективной водообеспеченности.

Современная водообеспеченность рассчитывается в двух вариантах – на основе учета потенциальных и реальных водных ресурсов [5].

Потенциальная водообеспеченность определяется как отношение среднесуточных возобновляемых водных ресурсов к численности проживающего на данной территории населения. По величине потенциальной водообеспеченности можно судить в целом о состоянии водных ресурсов в стране в естественных условиях их формирования (например, в границах природных зон и ландшафтных провинций), давать сравнительную характеристику отдельных субъектов и регионов, анализировать динамику водообеспеченности за определенный период времени.

В нашем случае оценка потенциальной обеспеченности поверхностными водными ресурсами выполнена на основе данных гидрологических постов о среднесуточных расходах рек Обь-Иртышского бассейна за весь период наблюдения по 2008 год, на отдельных участках включительно по 2016 год, а также с использованием карты «Средний многолетний сток рек СССР». В основу оценки обеспеченности подземными водами положены картографические материалы Атласа гидрогеологических и инженерно-геологических карт СССР [1] и оценки ресурсов пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна [6], а также результаты геологоразведочных работ, которые были проведены в регионах за последние годы (при условии их наличия). Водообеспеченность рассчитывалась по показателям модуля подземного стока зоны интенсивного водообмена. Для оценки критических значений водообеспеченности использованы градации, предложенные И.А. Шикломановым [7]: катастрофически низкая – менее 1,0 тыс. м³ / чел. в год, очень низкая – 1,01–2,0 тыс. м³ / чел. в год, низкая – 2,01–5,0 тыс. м³ / чел. в год, средняя – 5,01–10,0 тыс. м³ / чел. в год, высокая – 10,01–20,0 тыс. м³ / чел. в год, очень высокая – более 20,0 тыс. м³ / чел. в год.

Реальная водообеспеченность рассчитывается для территорий, имеющих ограниченные водные ресурсы и/или повышенные антропогенные нагрузки на водные объекты. В таких регионах использование в оценках

только величин потенциальной водообеспеченности приводит к искажению объективной ситуации с водными ресурсами, так как потенциальная природная водообеспеченность всегда завышена по сравнению с реальными условиями водоснабжения населенных пунктов [5]. Это связано с тем, что не учитывается часть воды, которая безвозвратно теряется при ее использовании. Кроме того, в отдельные годы и периоды водные ресурсы намного меньше среднегодовых значений. Чтобы учесть эти обстоятельства для территорий, имеющих ограниченные водные ресурсы, в расчет реальной водообеспеченности брались данные минимальных среднегодовых величин стока за три следующих друг за другом маловодных года. При этом результирующий показатель реальной водообеспеченности оценивался как разность реальных водных ресурсов за трехлетний маловодный период и безвозвратного водопотребления в расчете на одного жителя региона.

Расчет перспективной водообеспеченности основывался на учете сложившихся особенностей водопользования и эффективности использования водных ресурсов. Через показатели водоёмкости производства на этом этапе также осуществлялся прогноз водопотребления при разных сценариях социально-экономического развития территорий. При расчете водообеспеченности учитывались существующие оценки качества поверхностных и подземных вод, демографический прогноз Росстата, экспертные оценки изменений водных ресурсов регионов Обь-Иртышского бассейна.

Для оценки современной и перспективной водообеспеченности субъекта также были рассчитаны показатели забранной и использованной воды на различные хозяйственные нужды, объёмы водопотребления из поверхностных и подземных водных источников, водоёмкость валового регионального продукта (ВРП), водоёмкость промышленной и сельскохозяйственной продукции, объём оборотного и повторно-последовательного водоснабжения. Расчет проводился путем совмещения

или «вложения» территорий муниципальных образований (районов и городских округов) в границы ландшафтных провинций в пересчете на количество проживающего населения.

В развитие алгоритма пошагового исполнения оценки водоресурсной обеспеченности территорий Западной Сибири создан ГИС-проект, функциональные возможности которого представлены на рис. 1. В прикладных задачах расчет потенциальной и реальной водообеспеченности территорий может быть использован в целях оценки водохозяйственной безопасности регионов.

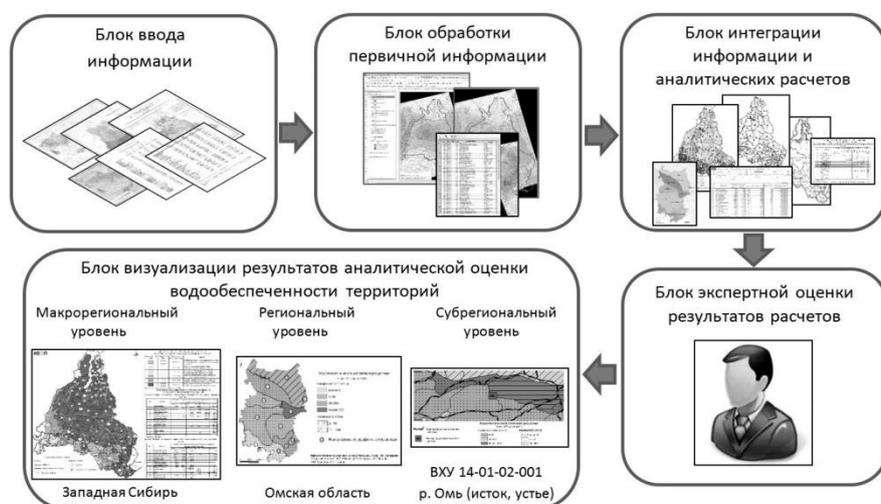


Рис. 1 – Функциональные возможности пошагового исполнения алгоритма оценки в ГИС-проекте

Полученные результаты. Анализ результатов показал закономерное увеличение водообеспеченности с юга на север, по мере нарастания водности рек и увеличения увлажнения территории (рис. 2). Наиболее всего ресурсами поверхностных вод (свыше 1000 тыс. м³/год на 1 чел.) обеспечены малообжитые северные территории, в том числе население в нижнем течении Иртыша и Оби, а также в бассейнах рек, впадающих в Обскую губу и Карское море. Слабо обеспечено поверхностными водными ресурсами (5–50 тыс. м³ в год на человека) население основной полосы расселения, приуроченной к лесостепной и степной зонам, густо заселенные и интенсивно освоенные бассейны Чулыма и Томи, а также горно-таежный пояс Урала. Наименьшей водообеспеченностью отличаются территории области внутреннего стока и южная часть Уральского региона, имеющая сток в речную систему Оби.

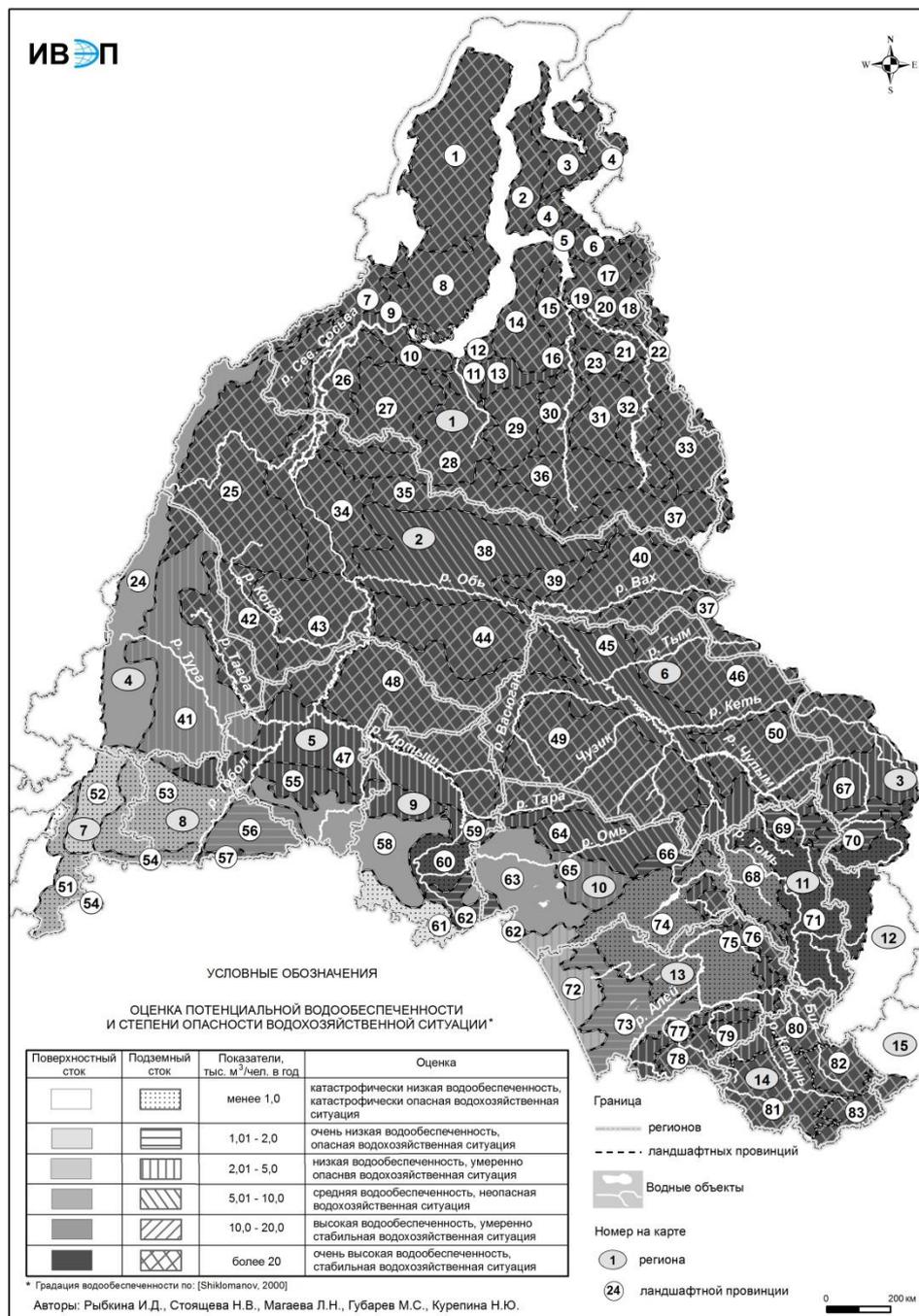


Рис. 2 – Оценка потенциальной водообеспеченности регионов Западной Сибири

Обеспеченность подземными водами питьевого качества характеризуется следующими цифрами: южная часть Западной Сибири, расположенная в области недостаточного увлажнения и частичного (лишь верхних горизонтов) дренирования подземных вод, в основном, имеет водообеспеченность менее 5 тыс. м³/чел. в год. В зоне оптимального и избыточного увлажнения территорий Западной Сибири с глубоким (почти полным) дренированием подземных вод зоны свободного водообмена водообеспеченность имеет значения 5–50 тыс. м³/чел. в год и более.

По результатам расчетов потенциальной обеспеченности поверхностными водными ресурсами выделились ландшафтные провинции, для которых среднесуточный общий сток имеет катастрофически низкие и очень низкие уровни и составляет менее 1,0–2,0 тыс. м³/чел. в год. Это Теке-Кызылкакская провинция (0,73 тыс. м³/чел. в год) и горно-лесостепная провинция Урала (1,08 тыс. м³/чел. в год), водотоки которой имеют сток в Обь-Иртышский бассейн.

Низкой обеспеченностью (2,01–5,0 тыс. м³/чел. в год) поверхностных вод характеризуются Зауральская, горно-степная Уральская и Кулундинская провинции. Средней водообеспеченностью (5,01–10,0 тыс. м³/чел. в год) отличаются Ишимская, Тобол-Убаганская, горно-таежная Уральская и Барабинская провинции. Высокую и очень высокую водообеспеченность имеют все остальные провинции Западной Сибири.

Обеспеченность подземными водными ресурсами характеризуют следующие цифры. Катастрофически низкую обеспеченность имеют жители девяти ландшафтных провинций: Западно-Барабинской, горно-лесостепной Урала, Кузнецко-Алатауской, Тобол-Убаганской, Зауральской, Кузнецкой межгорно-котловинной, Верхнеобской, горно-степной Урала, Теке-Кызылкакской (до 1 тыс. м³/чел. в год). Очень низкая обеспеченность (1,0–2,0 тыс. м³/чел. в год) у жителей девяти провинций (Южнобарабинская, Ишимская, горно-таежная Урала, Барабинская, Северопредтургайская, Назаровская, Южноприаргинская, Вьюновская, Южноприалейская).

Низкая водообеспеченность (2,01–5,0 тыс. м³/чел. в год) отмечается в Североприаргинской, Кулундинской, Усть-Обской, Восточно-Барабинской, Ашлыкской, Туринской, Южнопредтургайской, Предсалаирской, Предалтайской, Верхненыдской, Северо-Алтайской, Северо-Барабинской, Среднеиртышской провинциях. Средняя водообеспеченность – в Обь-Тымской, Усть-Надымской, Верхнеомской и Сургутской провинциях. В остальных провинциях регистрируется высокая и очень высокая обеспеченность ресурсами подземных вод, за исключением тех провинций, в которых постоянное население отсутствует, и расчеты не проводились.

Оценка реальной водообеспеченности рассчитывалась на основе данных многолетних наблюдений Росгидромета на примере двух ландшафтных провинций Западной Сибири (Кузнецко-Алатауской и Назаровской), характеризующихся ограниченными поверхностными водными ресурсами в сочетании с высокими значениями коэффициентов изъятия стока, т.е. повышенными нагрузками на водные объекты.

Кузнецко-Алатауская провинция. Для оценки ресурсов речного стока использованы данные наблюдений по гидропосту р. Томь – г. Новокузнецк. За период наблюдений 1894–2008 гг. выбраны два маловодных периода 1899–1901 гг. с речными расходами 366–581 м³/с (среднее значение за три года 472,3 м³/с) и 1980–1982 гг. с речными расходами 487–590 м³/с (среднее значение за три года 541,3 м³/с). На данном участке река характеризуется площадью водосбора 29,8 тыс. км². Гидропост в г. Новокузнецк является замыкающим для водохозяйственного участка (ВХУ) 13-01-03-002, имеет расстояние до устья реки 580 км. Данный водохозяйственный участок выбран не случайно, антропогенная нагрузка здесь имеет высокие уровни, что показано нами в более ранних работах.

Для маловодных периодов коэффициент изъятия здесь может достигать 9,7 % при обеспеченности реальными водными ресурсами (с учетом безвозвратного водопотребления) 13,7–15,8 тыс. м³/чел. в год. Риск водопользования могут испытывать жители расположенных в ландшафтной провинции городов: Новокузнецк, Мыски, Междуреченск, Калтан, Осинники и другие с общей численностью населения свыше 1,0 млн человек.

Назаровская ландшафтная провинция. Для оценки ресурсов речного стока использованы данные наблюдений по гидропосту р. Чулым – с. Тегульдет. За период наблюдений 1932–2006 гг. выбраны два маловодных периода 1963–1965 гг. с речными расходами 254–282 м³/с (среднее значение за три года 263,6 м³/с) и 1996–1998 гг. с речными расходами 196–214 м³/с (среднее значение за три года 207,3 м³/с). При выходе на Назаровскую котловину Чулым из горной реки превращается в равнинную и делает так называемую Назаровскую петлю. На данном участке река характеризуется

площадью водосбора 55,3 тыс. км². Гидропост с. Тегульдэт имеет расстояние до устья реки 598 км.

Для маловодных периодов коэффициент изъятия здесь может достигать 9,8 % при обеспеченности реальными водными ресурсами (с учетом безвозвратного водопотребления) 37,8–58,2 тыс. м³/чел. в год. Риск водопользования могут испытывать жители расположенных в ландшафтной провинции населенных пунктов с общей численностью населения около 130,0 тыс. чел.

Перспективная водообеспеченность оценивалась на примере Омской области и ее ландшафтных провинций, в частности самой густонаселенной Западно-Барабинской провинции, на территории которой расположен г. Омск и Омский район. Здесь планируется создание промышленно-производственной особой экономической зоны, организация новых высокотехнологичных производств, развитие нефтехимического, машиностроительного, биотехнологического и других производственных комплексов. Согласно Стратегии развития региона, объемы промышленного производства области к 2020 г. возрастут в 2,7 раза по сравнению с 2005 г. (в основном в 2015-2020 гг., во второй этап реализации Стратегии 2025).

Оценка современной водообеспеченности показывает, что наиболее обеспечены ресурсами поверхностных вод (с учетом транзитного стока) жители Северо-Барабинской, Тобольской и Васюганской ландшафтных провинций. Однако если в расчет взять только местный речной сток, то наибольшей удельной водообеспеченностью характеризуются Тобольская и Васюганская провинции. Значительными ресурсами подземных вод выделяются эти же провинции.

Современная водообеспеченность Западно-Барабинской провинции составляет 20,52 тыс. м³/чел. в год общим речным стоком и 0,12 тыс. м³/чел. в год подземным стоком. При том, что в регионе уже используется 100% ресурсов местного стока. Провинция характеризуется общим объемом забранной и использованной воды соответственно около 200,0 и 190,0 млн м³ в год, что составляет порядка 75 % общего водозабора и 90 % используемой воды в области. В структуре источников водоснабжения преобладают

поверхностные водные объекты – 99,1 %. На хозяйственно-питьевые нужды расходуется 50,3 % используемых вод в провинции, на производственные – 45,6 %, на орошение и сельскохозяйственное водоснабжение – 4,1 %. Водоемкость ВРП здесь составляет 0,34 м³/1000 руб., что меньше на 19 % чем в среднем по области.

Водоемкость промышленного производства в Западно-Барабинской провинции к 2020 г. при инерционном варианте развития составит 0,15 м³/1000 руб. (то есть останется на современном уровне), при инновационном сократится до 0,14 м³/1000 руб. (приблизительно на 10 %). В этом случае водопотребление на производственные нужды к 2020 г. соответственно увеличится при инерционном варианте на 28,43 млн м³/год, при инновационном – на 20,73 млн м³/год.

Таким образом, если учесть данные экспертных оценок [5] можно предположить, что ресурсы местного и транзитного стока здесь не уменьшатся к 2020 г., а с учетом демографического прогноза Росстата для этой территории перспективная водообеспеченность к 2020 г. составит (по среднемноголетним данным): для ресурсов местного стока – 0,16 тыс. м³/чел. в год, транзитного стока – 21,85 тыс. м³/чел. в год, подземного стока – 0,13 тыс. м³/чел. в год.

Выводы. В целом результаты оценки в Западной Сибири показали, что в условиях катастрофически низкой потенциальной обеспеченности водными ресурсами (менее 1,0 тыс. м³ / чел. в год) проживает около 130,0 тыс. человек, очень низкой потенциальной водообеспеченности (1,0–2,0 тыс. м³ / чел. в год) – 1678,2 тыс. чел., низкой (2,0–5,0 тыс. м³ / чел. в год) – 1477,2 тыс. жителей Обь-Иртышского бассейна, что суммарно составляет около 15 % общей численности населения.

Литература

1. Атлас гидрогеологических и инженерно-геологических карт СССР. Карта естественных ресурсов подземных вод СССР (подземного стока зоны интенсивного водообмена). – М., 1983. [Электронный ресурс]: http://www.hge.pu.ru/mapgis/subekt/obzorniye/ig_atlas/est_res.pdf.
2. Винокуров Ю.И., Жерелина И.В., Красноярова Б.А. Принципы управления устойчивым водопользованием в бассейне реки Обь // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия: матер. Межд. науч. конф. – Томск: Изд-во НТЛ, 2000. – С. 608-614.

3. Винокуров Ю.И., Цимбалей Ю.М. Региональная ландшафтная структура Сибири: монография / Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т вод. и экол. проблем; Мин-во образования и науки РФ, ГОУ ВПО «Алт. гос. ун-т», Геогр. фак. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2006. – 95 с.
4. Винокуров Ю.И., Цимбалей Ю.М., Красноярова Б.А. Физико-географическое районирование Сибири как основа разработки региональных систем природопользования // Ползуновский вестник. – 2005. – №4. – С. 3-13.
5. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И.А. Шикломанова. – СПб.: Государственный гидрологический институт, 2008. – 600 с.
6. Ресурсы пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна / Сост.: И.М. Земскова, Ю.К. Смоленцев, М.П. Полканов и др. – М.: Недра, 1991. – 262 с.
7. Shiklomanov I.A. The dynamics of river water inflow to the Arctic Ocean // The Freshwater Budget of the Arctic Ocean. Dordrecht. – The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 2000. – P. 281-297.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ СПЕЦИФИКА РЕГИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ТРАНСГРАНИЧНОМ БАССЕЙНЕ РЕКИ УРАЛ

Сивохиц Ж.Т.^{1,2}

¹ *Институт степи УрО РАН, г. Оренбург, Россия*

² *Оренбургский государственный педагогический университет, г. Оренбург, Россия*

e-mail: sivohip@mail.ru

Аннотация. Проводится анализ пространственно-временной специфики региональных систем природопользования в условиях трансграничного положения речного бассейна. Отмечается преобладающее развитие аграрного сектора отражающего зональные особенности степных геосистем трансграничного бассейна р.Урал. Несмотря на ряд отличий в отраслевой и пространственной организации фонового природопользования, в пределах водосборных территорий трансграничного бассейна р. Урал длительное время отмечалась синхронность освоения, обусловленная взаимодействием ряда факторов.

Ключевые слова: региональное природопользование, фоновые отрасли, трансграничный бассейн, синхронность освоения, степные геосистемы

SPATIO-TEMPORAL SPECIFICITY OF REGIONAL NATURE MANAGEMENT IN THE TRANSBOUNDARY BASIN OF THE URAL RIVER

Sivokhip Z.T.^{1,2}

¹ *Institute of Steppe UB of RAS, Orenburg, Russia*

² *Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, Russia*

e-mail: sivohip@mail.ru

Abstract. The analysis of the spatio-temporal specificity of regional systems of nature management in the conditions of the transboundary provisions of the river basin. It is noted the vast development of the agricultural sector reflecting the zonal peculiarities of steppe geosystems of the transboundary basin of the Ural river. Despite a number of differences in the sectoral and the spatial organization of the background of nature management, within catchment areas of transboundary Ural river basin for a long time there has been a certain synchronism of development, due to the interaction of several factors.

Keywords: regional environmental management industry background, cross-border pool, the synchronicity of the development of steppe geosystems

Введение. В условиях антропогенного преобразования природной среды, сопровождающегося ухудшением геоэкологической ситуации, одной из актуальных задач современного общества является достижение сбалансированной структуры природопользования. Общеизвестно что, речной бассейн представляет собой сложную многоуровневую природно-хозяйственную систему, оптимальное функционирование которой определяется стабильным ходом природных процессов на фоне устойчивого природопользования. Учёт структурно-функциональной целостности бассейна важен при анализе динамики природных условий с учётом антропогенного воздействия [3], что является неотъемлемым этапом при разработке концепции интегрированного управления водными ресурсами. Кроме того, общность вещественно-энергетических потоков в границах

водосборных территорий определяет универсальный характер речного бассейна как природной геосистемы в аспекте изучения региональной структуры природопользования. Для многих региональных систем природопользования, речные системы выступают в роли основного каркаса хозяйственного освоения, особенно на начальных этапах. Так, в условиях степной зоны, пространственный рисунок гидрографической сети определяет региональную специфику фоновых типов природопользования (сельского хозяйства) и территориальных систем расселения населения. Вместе с тем, в условиях трансграничного положения структурно-функциональная целостность речного бассейна нарушается региональной спецификой природопользования в пределах национальных границ бассейна.

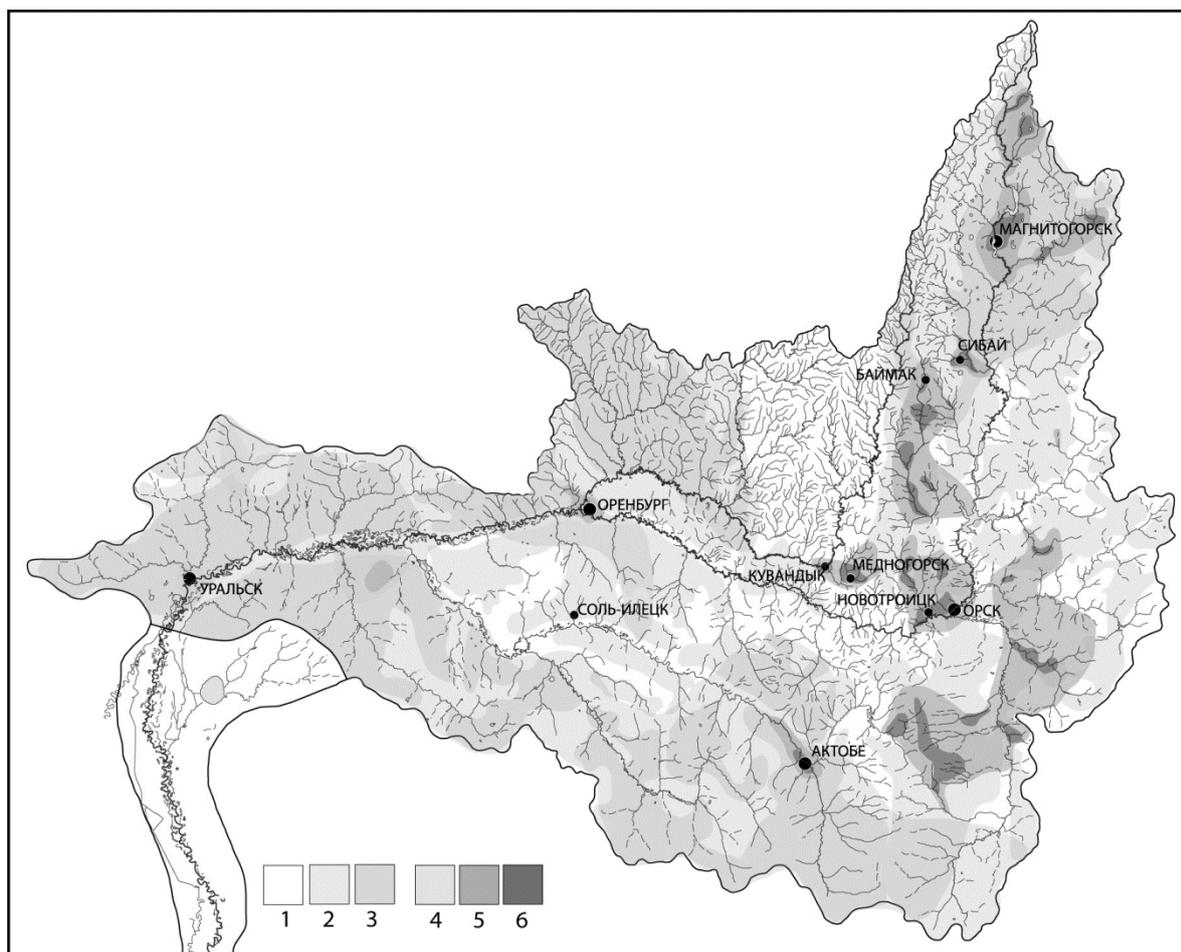
Материалы и методы исследования. Для изучения пространственно-временной специфики региональных систем природопользования были проанализированы многолетние (1990–2014 гг.) данные о структуре землепользования областных ГУ «Управления земельных отношений» Республики Казахстан. Оценка эффективности сельского хозяйства регионов исследуемого бассейна проводилась на основе данных статистических сборников. Посредством дешифрирования мозаики космоснимков Landsat ранее была сформирована геоинформационная база тематических слоев, в результате анализа которых составлена схема территориальной организации природопользования в трансграничном бассейне р. Урал. В исследовании были использованы слои, отражающие пространственную организацию земель бассейна р. Урал – контуры пахотных угодий, промышленного производства, населенных пунктов.

Обсуждение результатов. Трансграничный бассейн р. Урал относится к числу ключевых аграрно-промышленных регионов Российской Федерации и Республики Казахстан, основная водосборная часть которого расположена в пределах степной зоны. Начало индустриального освоения региона связано с разработкой многочисленных рудных месторождений, расположенных преимущественно в верхнем течении р. Урал, а также в Орь-Илекском

междуречье. С конца XIX в. и по настоящее время добывалось золото из россыпных и коренных месторождений, а с 1920–1930 гг. началось активное освоение медноколчеданных руд, первые медеплавильные заводы – Баймакский и Сибайский – функционировали на рудах Сибайского медно-цинково-колчеданного месторождения до 1957 г. На базе многочисленных месторождений руд черных, цветных (медь, цинк) и драгоценных (золото) металлов в 1930–1970-х гг. были созданы крупные металлургические предприятия – Магнитогорский металлургический комбинат (1932 г.), Бурибаевский (1930 г.), Донской (1938 г.), Гайский (1966 г.) и Учалинский (1974 г.) горно-обогатительные комбинаты, Башкирский медно-серный комбинат (1959 г., с 2004 г. – Сибайский филиал Учалинского ГОК), позднее – обогатительные фабрики в поселках Гранитном и Фершампенуаз.

В тоже время, следует отметить, что, несмотря на масштабное горнопромышленное освоение бассейна р. Урал, исследуемый регион сохранил сельскохозяйственную специализацию, определившую значительную трансформацию степных экосистем и соответственно условий стокоформирования, особенно в среднем течении трансграничного бассейна (рисунок 1). Доминирующее развитие аграрного сектора отражает зональную специфику степных геосистем и соответственно, относится к отраслям фонового природопользования, основанного на территориально широком использовании естественных ресурсов, тесно связанных с зональными особенностями природных ландшафтов [4].

Вместе с тем, нельзя не обратить внимание, на то что, несмотря на преобладание в структуре регионального природопользования фоновых отраслей (сельского хозяйства), одним из нестабильных в эколого-гидрологическом аспекте остается промышленно-урбанистический тип природопользования. Для данного типа характерна максимальная нагрузка на природную среду, вследствие чего происходит коренная трансформация придолинных участков рек, обуславливающая крайне нестабильную гидроэкологическую ситуацию.



1 – слаботрансформированные участки; 2 - участки развития фоновое (сельского хозяйства) природопользования; 3 – участки преобладающего развития фоновое (сельского хозяйства) природопользования; 4 – участки с сочетанием фоновое и индустриального природопользования; 5 – участки, характеризующиеся преобладающим развитием индустриального природопользования; 6 – участки промышленно-урбанистического природопользования

Рис. 1 – Пространственная специфика территориальной организации природопользования в трансграничном бассейне р. Урал (верхнее и среднее течение)

В целом, можно утверждать, что на протяжении длительного периода (до 50-х гг. XX в.) развитие аграрного сектора с ориентацией на природно-зональную специфику (увлажнение, почвенное плодородие) соответствовало представлениям об оптимальной территориальной организации фоновое природопользования в пределах водосборных территорий. Кроме того, такая структура природопользования способствовала сохранению значительных площадей целинных степей в пределах бассейна р. Урал, что обеспечивало поддержание оптимальных гидрологических функций степных ландшафтов.

Также отметим, что, несмотря на ряд отличий в отраслевой и пространственной организации фоновое природопользования, в пределах

водосборных территорий трансграничного бассейна р. Урал длительное время отмечалась определенная синхронность аграрного освоения, обусловленная следующими факторами:

1. Физико-географическая идентичность природных зон в районах непосредственного приграничного контакта, что отразилось на специализации фонового природопользования с доминированием растениеводческой отрасли.

2. Историко-географическая и этнокультурная идентичность придолинных участков р. Урал, определившая начало синхронного освоения исследуемой территории в XX столетии. В частности, в конце XIX-начале XX вв. началось целенаправленное переселение крестьян из Европейской части Российской империи на новые земли, в т.ч. и в Оренбургскую губернию (стольпинская аграрная реформа). В середине 50-х гг. в степных районах Оренбургской и Актюбинской областей начинается масштабное освоение целинных земель, что способствовало укреплению региональной системы расселения.

3. Геополитическая идентичность – в течение длительного периода в пределах территории бассейна р. Урал доминировала стратегия социально-экономического развития регионов с учетом растущих потребностей единого государства.

Ключевое значение природно-зональных факторов в формировании пространственного рисунка фонового природопользования сохранялось в бассейне р.Урал вплоть до середины XX столетия. Вместе с тем, территориальная организация фонового природопользования детерминируется социально-экономическими факторами (степень освоенности и заселенности территории, отраслевой специализацией, спецификой региональной экономической политики и др.), что определяет значительную фрагментацию сельскохозяйственных угодий. Отметим также, что длительное время сложная ландшафтная структура степных водосборов р. Урал играла роль естественного лимитирующего фактора для развития

богарного земледелия. Но, в период целинной кампании 50-х гг. XX столетия границы распространения богарного земледелия сместились на юг, охватив степные плакорные пространства с каштановыми почвами [5].

Фрагментация фонового (аграрного) природопользования в пределах бассейна р.Урал начинает проявляться с середины XX столетия, когда доминирующим фактором хозяйственного освоения территории становится социально-экономический, что несомненно привело к активизации деградиционных процессов в природных экосистемах. Также следует обратить внимание на скачкообразную динамику посевных площадей в российско-казахстанском регионе, обусловленную ростом экономической активности населения, политико-административными изменениями, миграционными процессами и др. [5]. В итоге, линейный тип пространственного рисунка фонового природопользования постепенно сменяется мозаичным типом, что обуславливает развитие конфликтов природопользования вследствие «наложения» интересов смежных природопользователей.

В целом, наиболее интенсивный период аграрного освоения под воздействием социально-экономических факторов совпадает с периодом целинного освоения, когда для решения продовольственной проблемы в СССР были распаханы значительные площади земель, в том числе непахотнопригодные. Так в частности, только в 1954 году в Оренбургской и Актюбинской областях было освоено более 1 млн. га новых земель. В итоге, к началу 80 гг. на отдельных участках бассейна р. Урал были распаханы практически все пахотнопригодные земли, в том числе потенциально низкопродуктивные (почвы с легким механическим составом, солонцы, каменистые и др.), что привело к крайне негативным геоэкологическим последствиям. В период с 1960-1990 гг. в бассейне р. Урал новые земли осваивались в небольших размерах, особенно данная тенденция наблюдалась в пределах Республики Казахстан. Кроме того, часть ранее распаханных площадей переводилась в естественные кормовые угодья [2].

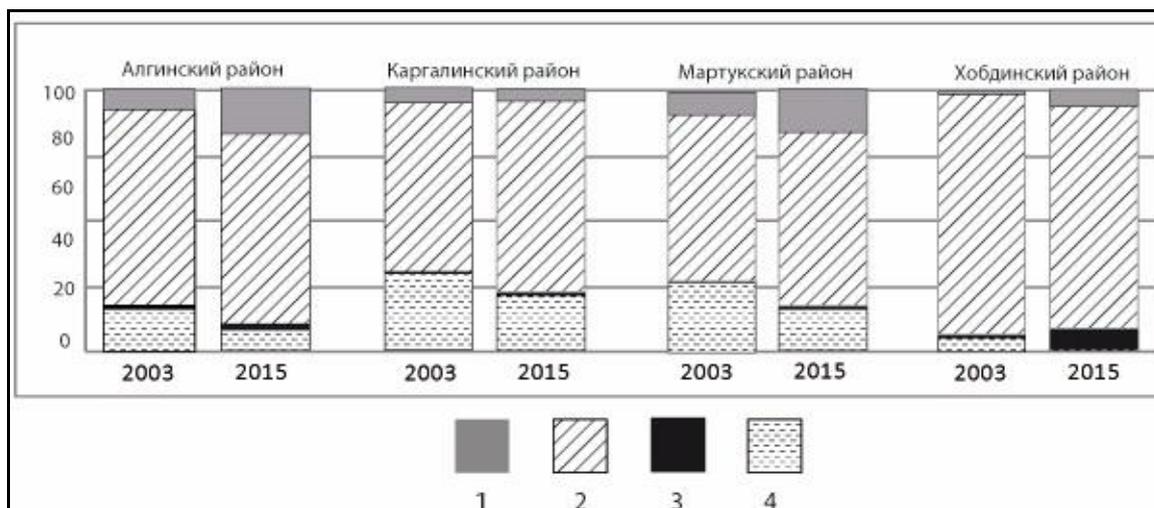
Общеизвестно, что динамика аграрного природопользования определяется рядом ключевых факторов – дифференциация природных условий, численностью и плотностью сельского населения, интенсивностью аграрного освоения, структурой сельскохозяйственных угодий и др. (таблица 1). Вместе с тем, в условиях трансграничного положения территории, пространственная структура аграрного природопользования будет определяться также национальными стратегиями социально-экономического развития приграничных государств.

Таблица 1 – Показатели эффективности сельского хозяйства в приграничных районах Оренбургской и Актыбинской областей

Регионы	Плотность с/н, чел/км ²	Посевная, тыс. га	Зерновые, тыс. га	Кормовые, тыс. га	КРС, тыс. голов	Овцы и козы, тыс. голов	Урож-ть зерновых, ц/га	Валовый сбор, тыс. ц
Оренбургская область								
Акбулакский	5,0	123,3	66,7	51,3	25,5	21,2	3,7	65,8
Беляевский	4,4	95,1	56,7	20,9	19,8	17,6	3,6	101,3
Кувандыкский	3,4	103,9	89,5	8,8	24,6	10,6	9,0	626,4
Гайский	3,4	90,6	79,7	9,1	7,6	13,4	6,8	334,8
Актыбинская область								
Каргалинский	3,4	100,5	52,0	22,9	13,7	13,6	3,5	344,1
Маргукский	4,6	64,9	26,5	14,4	24,8	32,7	2,8	173,1
Хобдинский	1,4	17,9	3,3	11,4	28,3	72,0	1,9	16,0
Хромтауский	1,3	66,9	26,7	21,5	29,5	29,0	2,6	139,1

В постсоветский период в пределах исследуемого бассейна произошло значительное сокращение аграрного производства, но темпы падения в ключевых отраслях были различны. Ведущими факторами снижения сельскохозяйственного производства были социально-экономические причины – сокращение целевого финансирования, естественная убыль населения и значительный отток сельского населения и др. В 1996 году в Республике Казахстан была официально проведена оптимизация сельскохозяйственного производства, включающая изменение структуры использования сельскохозяйственных земель. Итогом данной оптимизации стало выведение из земельного оборота миллионов гектаров низкопродуктивных агроземов, использование которых в условиях рыночной экономики было лишено экономической целесообразности.

Результаты анализа структуры земельного фонда в приграничных районах Актюбинской области иллюстрируют сокращение площадей пашни, увеличение природных кормовых угодий и залежных земель, что свидетельствует о значительном снижении интенсивности использования земель сельскохозяйственного назначения (рис. 2). Спад в сельском хозяйстве происходил и на фоне серьезных геоэкологических последствий предыдущих периодов интенсификации аграрного производства (истощение плодородия, эрозионные процессы, заиление малых водотоков и др.).



Условные обозначения: 1- залежь; 2- пастбища; 3 - сенокосы; 4 - пашня

Рис. 2 – Динамика структуры земельного фонда в Актюбинской области Республики Казахстан в 2003 и 2015 гг. (%)

Кроме того, на структуру сельскохозяйственных угодий значительное влияние оказала проводимая Республикой Казахстан политика диверсификации растениеводства – сокращение доли зерновых и увеличение площади кормовых культур. На региональном уровне максимальная динамика сокращения посевных отмечается в районах с животноводческой специализацией (например, в Алгинском районе площадь зерновых культур сократилась более чем в 4 раза). Также следует обратить внимание, на существенные изменения в отраслевой структуре аграрного сектора, в направлении интенсификации животноводства. Прежде всего, данные изменения наиболее четко проявились в структуре землепользования в казахстанской части бассейна р.Урал в связи с масштабной перестройкой

аграрного сектора на фоне оптимальных природно-зональных условий сухостепных ландшафтов.

Еще одним примером ключевой роли социально-экономических факторов в аспекте территориальной организации фонового природопользования в постсоветский период является целенаправленная государственная политика диверсификации земельного фонда за счет сокращения площади государственных земель и введения разнообразных форм собственности, в первую очередь увеличение доли крестьянско-фермерских хозяйств (табл. 2).

Таблица 2 – Динамика земельного фонда в Акжайкском районе Западно-Казахстанской области (1991-2015 гг.)

Категории земель	1995 к 1991,%	1996 к 2000,%	2001 к 2005,%	2006 к 2010,%	2011 к 2015, %
Земли государственных с/х	<95	>57	>7	<3	>9
Земли крестьянских хозяйств	<60	>2400	<20	>108	>46
Земли запаса	>6	>85000	>7	<52	<35

Значительные темпы роста числа крестьянских хозяйств отмечаются в конце 90-х гг. и вплоть до середины 2000-х гг. Так, в крупных по площади районах Западно-Казахстанской области как Акжайкский, Жангалинский и Казталовский в данный период произошло более чем десятикратное увеличение числа крестьянских хозяйств, с преимущественным развитием животноводческой отрасли. Интенсификация развития фермерства в направлении животноводства также обусловила значительное сокращение пахотных земель и соответственно увеличение площадей естественных кормовых угодий.

Кроме того, реорганизация земельного фонда по правовому признаку, привела к перераспределению земель, дроблению крупных товарных предприятий и расширению мелкотоварного сектора. В частности, средняя площадь посевных угодий в Западно-Казахстанской области составляет 41,2 тыс. га (максимальная 152,1 тыс. га в Зеленовском районе, минимальная – 33,0 га в Жангалинском). Численность поголовья скота в фермерских хозяйствах приграничного региона также значительно варьирует – средняя

численность КРС составляет 10,3 тыс. голов, овец – 22,7 тыс. голов (максимальные значения – 21,0 тыс. голов КРС и 59,6 тыс. голов овец в Акжаикском районе). Отмеченные выше факторы определили значительную трансформацию территориальной организации фонового природопользования, в том числе снижение уровня концентрации животноводческой отрасли, что способствовало закономерному укреплению мелкотоварного сектора.

В настоящее время, с целью преодоления мелкотоварной ориентации животноводства, в пределах Республики Казахстан проводится целенаправленная политика по интенсификации сельскохозяйственных кластеров (агропромышленных групп). Важной отличительной чертой таких групп является тесная взаимосвязь отдельных подразделений и ориентация на инновационные технологии. Так, в Актюбинской области, в пределах водосборной территории трансграничной р. Орь, расположены крупные по площади откормочные площадки сельскохозяйственного кластера «Айбек», объединяющего 12 сельхозтоваропроизводителей Алгинского и Мартукского районов. С одной стороны, такая концентрация откормочных производств повышает эффективность животноводческой отрасли, с другой - приводит к увеличению пастбищной нагрузки и интенсивному забору воды из поверхностных и подземных источников.

Об особенностях территориальной организации фонового природопользования в пределах казахстанской части бассейна свидетельствует также значительная динамика земель запаса. В частности, в кризисные 90-е гг. произошло более чем десятикратное увеличение их площади, что, несомненно, свидетельствует о снижении интенсивности использования водосборных территорий в данный период. Причин данных трансформаций земельного фонда несколько: во-первых – площадь земель данной категории значительно возросла за счет вывода из оборота низкопродуктивных земель сельхозназначения; во – вторых в состав земель запаса были включены нераспределенные земли реформированных

Трансграничные водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии сельскохозяйственных предприятий [1]. В последующий период, рост доли земель запаса замедлился, а начиная с середины 2000 гг. отмечается постепенный перевод земель запаса в другие категории, в первую очередь в категорию пастбищных земель и сенокосных угодий.

В заключение отметим, что региональная структура природопользования в исследуемом трансграничном регионе, характеризуется сочетанием фоновых (сельское хозяйство) и крупноочаговых отраслей (горнодобывающая, металлургия, нефтегазопереработка). В итоге, в бассейне р. Урал сформировалась трансграничная природно-хозяйственная система, со значительной фрагментацией природных ландшафтов, что серьезно обостряет конфликты смежных природопользователей и обуславливает развитие напряженной водно-экологической ситуации в регионе.

Работа выполнена в рамках Комплексной программы УрО РАН (№ 0421-2015-0012)

Литература

1. Ахмеденов К.М. Эколого-хозяйственный баланс степного землеустройства Западно-Казахстанской области // Известия ОГАУ. – 2008. – Т. 3. – № 19-1. – С. 15-18.
2. Казьмин М.А. Освоение целинных земель и современная аграрная реформа в Казахстане // Вестн. МГУ. Серия География. – 2004. – № 3. – С. 48-53.
3. Корытный Л.М. Бассейновая концепция в природопользовании. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2001. – 163 с.
4. Рунова Т.Г., Волкова И.Н., Нефедова Т.Г. Территориальная организация природопользования. – М.: Наука, 1993. – 208 с.
5. Чибилев А.А., Левыкин С.В., Соколов А.А., Чибилев А.А. (мл.). Геоэкологические аспекты динамики агроландшафтов в российско-казахстанском степном регионе / Вопросы степеведения. Т. 5. – Оренбург: УрО РАН, Институт степи УрО РАН, 2005. – С. 39-45.

ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА ТРАНСГРАНИЧНЫХ ГОРНЫХ РЕК УРАН-ИЗОТОПНЫМ МЕТОДОМ

Тузова Т.В.

Институт водных проблем и гидроэнергетики НАН КР, г. Бишкек, Кыргызская Республика

e-mail: tv_tuzova@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены возможности использования уран-изотопных методов для изучения распределения водных ресурсов и определения генезиса вод при формировании стока горных рек Центральной Азии.

Ключевые слова: изотопы урана, формирование стока, генезис вод, реки Центральной Азии.

ESTIMATION OF DISTRIBUTION OF THE FLOW OF TRANSBOUNDARY MOUNTAIN RIVERS BY URANIUM-ISOTOPIC METHOD

Tuzova T.V.

Institute of Water Problems and Hydropower of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyz Republic

e-mail: tv_tuzova@mail.ru

Abstract. The paper considers the possibility of using uranium-isotope method to study the distribution of water resources and determination of the genesis of waters in the watersheds of the mountain rivers of Central Asia.

Keywords: uranium isotopes, the formation of runoff, the genesis of the waters, the rivers of Central Asia.

Открытие естественного разделения четных изотопов урана [4, 5] привело к широкому использованию соотношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ как естественного радиоактивного индикатора для решения целого ряда фундаментальных и прикладных задач геофизики, гидрологии, гидрогеологии. Метод неравновесного урана рекомендован для поиска и оконтуривания урановых месторождений, датирования природных объектов, расчета пропорций смешения вод разных источников, трассирования водных подземных потоков, установления их пространственного распределения. Основные работы 60-80-х годов прошлого столетия по изучению эффекта Чердынцева-Чалова в природных образованиях обобщены в монографиях авторов открытия [4, 5], а наиболее полный обзор публикаций 90-х годов сделан в издании Оксфордского университета [7].

Цель работы – обобщить полученные с участием автора ранее и в последние годы [1–3, 6] результаты по применению неравновесного урана для изучения процессов его миграции в водах бассейнов горных рек Центральной Азии.

Материалы и методы. Материалом для исследований служили поверхностные и подземные воды, атмосферные осадки, а также льды

горных ледников и морено-ледниковых комплексов Северного Тянь-Шаня и Памира. Уран из вод осаждался на активированном угле или ионо-обменных смолах, затем проводилась его радиохимическая очистка от мешающих элементов и радиоактивных изотопов. Изотопный состав урана определялся на многоканальном α -спектрометре высокого разрешения (менее 1%) с полупроводниковыми детекторами «Alpha-analyst Canberra 7404». Альфа-спектры обрабатывались с использованием пакета программного обеспечения «Genie-2000» с универсальным и надежным пользовательским интерфейсом, что позволяет упростить настройку и калибровку, сделать более легкой обработку спектров и повысить контроль качества [1–3]. Время измерения устанавливалось в зависимости от скорости счета образца, которая оценивалась по частоте следования импульсов на экране анализатора. Основным критерием экспозиции являлся набор необходимого числа импульсов в аналитических пиках, обеспечивающий статистическую погрешность измерения не хуже 5 %. Типичный α -спектр урана природных вод (р. Чу) с внесенным трассером искусственного изотопа ^{232}U приведен на рис.1. Полуширина линий на половине высоты составляет 20–40 кэВ, что вполне достаточно для отдельной регистрации всех изотопов урана без внесения дополнительных поправок на наложение спектров. Все пики хорошо разрешены, что свидетельствует о полной очистке в процессе радиохимической подготовки изотопов урана от других α -излучающих нуклидов, прежде всего от радия и тория. Выход урана, определенный по изотопу ^{232}U , составляет, как правило, около 50%.

При расшифровке α -спектров для определения интегральной активности каждого изотопа N использовался метод суммирования числа зарегистрированных α -распадов в спектральном интервале, относящемся к исследуемому изотопу. Абсолютная погрешность измерения интенсивности линии при этом равна \sqrt{N} , а относительная – $1/\sqrt{N}$. Статистическая погрешность определения отношения интенсивностей изотопов с

интегральной активностью зарегистрированных распадов N_1 и N_2 находится из соотношения:

$$\sigma = \frac{N_2}{N_1} \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}. \quad (1)$$

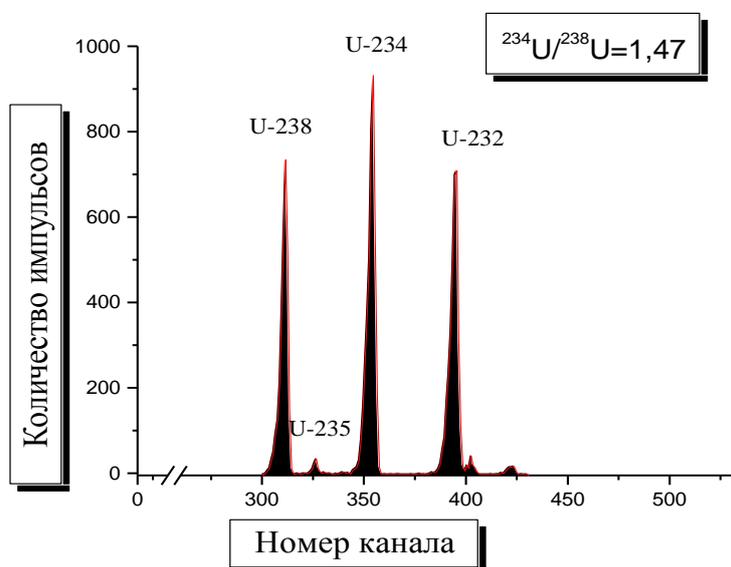


Рис. 1 – Типичный α -спектр природного урана с трассером ^{232}U

Погрешности определения изотопных отношений, связанных с химическими операциями по выделению радиоэлементов контролировались путем измерений независимо подготовленных параллельных проб. Если фактический разброс результатов для параллельных проб не выходит за пределы ошибок, обусловленных статистикой числа зарегистрированных распадов, то можно считать, что погрешности, обусловленные статистическим характером радиоактивного распада, характеризуют точность определения изотопных соотношений.

Полученные результаты. По уменьшению средневзвешенного значения $(^{234}\text{U}/^{238}\text{U})_0$ во падающих реках до соотношения $(^{234}\text{U}/^{238}\text{U})_t$ в крупных замкнутых озерах Евразии нам удалось, учитывая уменьшение избытка ^{234}U со временем, рассчитать абсолютный возраст бессточных водоемов по следующей формуле:

$$(^{234}\text{U}/^{238}\text{U})_t / (^{234}\text{U}/^{238}\text{U})_0 = a (1 - e^{-\lambda t}) / \lambda t, \quad (2)$$

где коэффициент $a = 1$ в случае привноса урана в водоем с постоянной скоростью и $a > 1$, если одновременно с привносом происходит потеря его потеря за счет осаждения донными осадками; λ - константа распада ^{234}U .

Возраст Иссык-Куля оказался равным 110 ± 40 тыс лет, Чатыр-Куля - 320 ± 50 тыс. лет, Аральского моря 139 ± 12 тыс. лет, оз. Балхаш 37 ± 9 тыс. лет, оз. Ала-Куль 49 ± 11 тыс. лет [4]. Кроме того, по тем же соотношениям оценена скорость движения подземных вод в меловых отложениях Южного Казахстана [3].

Исследования показали, что содержание урана и отношение $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в поверхностных и подземных водах изменяются в широких пределах. Воды горных рек формируются в основном за счет атмосферных осадков, тающих льдов и подземных вод верхнего водоносного горизонта. Отклонение от равновесия отношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в каждом источнике зависит от особенностей миграции изотопов урана во водовмещающих породах и является его надежной естественной генетической меткой [1].

Из-за эоловых процессов, осуществляющих в воздухе пылевой перенос литосферных материалов, содержащих уран, обнаружены измеримые концентрации последнего в атмосферных осадках, ледниках и талых водах морено-ледниковых комплексов. Для последних неравновесный уран является одним из критериев прогноза прорывов высокогорных морено-ледниковых озер [1].

Подземные воды взаимосвязаны с поверхностными, они формируются путем смещения атмосферных осадков, поверхностного стока и трещинных, карстовых, трещинно-пластовых или пластовых вод нижележащих горизонтов. Уран в грунтовых водах формируется в результате взаимосвязанных процессов растворения, выщелачивания и десорбции в специфических условиях, на биологических и геохимических барьерах. Наиболее высокие концентрации урана и равновесное соотношение его изотопов за счет его растворения установлено в водах урановых месторождений. В подземных водах нерадиоактивных рудных месторождений избыток ^{234}U достигает 200% и более за счет его

преимущественного выщелачивания по сравнению с ^{238}U . В термальных минеральных водах пластового типа зафиксированы низкие концентрации урана (10^{-7} г/л) со сравнительно небольшим избытком ^{234}U . В глубинных водах разломов земной коры при низких концентрациях урана избыток ^{234}U значительно выше, чем в приповерхностных водах четвертичных отложений. В водах карстовых пород зафиксирован недостаток ^{234}U , что свидетельствует о его преимущественном выщелачивании в прошлом и преимущественном процессе растворения урана в настоящее время.

Содержание урана в водах горных рек увеличивается вдоль по течению за счет притока подземных вод, обогащенных ураном, иногда до концентраций, превышающих допустимые для питьевых вод [1–3]. При этом по соотношению $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ можно установить источник поступления урана в воды бассейна.

На примере бассейна р. Чу (Северный Тянь-шань) показано [3, 6], что отношение $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в области формирования стока горных рек при неизменной гидрологической обстановке остается постоянным в течение десятилетий. Это позволяет по изотопному составу урана оценивать долю каждой генетической составляющей речного стока и изучать его относительное распределение по всему речному бассейну, используя следующие формулы изотопного разбавления:

Если C_1 , C_2 и C – содержание урана, а $\gamma_1 = (^{234}\text{U}/^{238}\text{U})_1$, $\gamma_2 = (^{234}\text{U}/^{238}\text{U})_2$, $\gamma = ^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ отношение его изотопов в смешивающихся потоках и в потоке смешения после полного –перемешивания; V_1, V_2 – доли стока каждого из смешивающихся потоков, то

$$\begin{aligned} V_1 + V_2 &= 1, \\ C_1 + C_2 &= C \\ \gamma_1 C_1 + \gamma_2 C_2 &= \gamma C \end{aligned} \quad (3)$$

Решая совместно систему трех уравнений (2.1), долю стока каждого из потоков можно оценить по формулам:

$$\begin{aligned} V_1 &= C - C_2 / C_1 - C_2, & (4) \\ V_1 &= \gamma C - \gamma_2 C_2 / \gamma_1 C_1 - \gamma_2 C_2, & (5) \end{aligned}$$

Если результаты расчетов по формулам (2.2) и (2.3) в пределах погрешностей измерений уран-изотопных параметров совпадают, можно говорить о применимости метода на данном участке смешения потоков. В

противном случае, скорее всего, существуют неучтенные источники воды (например, выклинивание подземного потока) с иными уран-изотопными показателями, вклад которого можно оценить по аналогичным, но несколько усложненным формулам, выведенным из следующих соотношений:

$$V_1 + V_2 + V_3 = 1;$$

$$C_1 + C_2 + C_3 = 1;$$

$$\gamma_1 C_1 + \gamma_2 C_2 + \gamma_3 C_3 = \gamma C.$$

$$V_1 = \frac{\gamma C(C_3 - C_2) + \gamma_2 C_2(C - C_3) + \gamma_3 C_3(C_2 - C)}{\gamma_1 C_1(C_3 - C_2) + \gamma_2 C_2(C_1 - C_3) + \gamma_3 C_3(C_2 - C_1)}, \quad (6)$$

$$V_2 = \frac{\gamma C(C_1 - C_3) + \gamma_3 C_3(C - C_1) + \gamma_1 C_1(C_3 - C)}{\gamma_1 C_1(C_3 - C_2) + \gamma_2 C_2(C_1 - C_3) + \gamma_3 C_3(C_2 - C_1)}, \quad (7)$$

$$V_3 = \frac{\gamma C(C_2 - C_1) + \gamma_3 C_3(C - C_2) + \gamma_1 C_1(C_1 - C)}{\gamma_1 C_1(C_3 - C_2) + \gamma_2 C_2(C_1 - C_3) + \gamma_3 C_3(C_2 - C_1)}. \quad (8)$$

Возможность применения уран-изотопного метода расчета распределения стока удобно оценивать по уран-изотопной диаграмме зависимости γC от C . Если точка на этой диаграмме, соответствующая смешанному потоку, лежит на прямой, соединяющей параметры потоков смешения, можно применять формулы для двух смешивающихся потоков. Если же точка с уран-изотопными параметрами потока смешения будет находиться внутри треугольника, вершинами которого являются параметры трех смешивающихся потоков, то для расчета доли стока каждого из них надо применять формулы (6–8).

Для примера на рис. 2 приведена схема опробования вод в зоне формирования стока бассейна р.Кызыл-Суу (Памиро-Алай), а на рис. 3 – уран-изотопная диаграмма по результатам альфа-спектрометрических измерений этих проб, по которой удалось оценить генетический состав опробованных вод и доли стока при впадении основных притоков бассейна (табл. 1).

Из рис. 3 видно, что опробованные воды бассейна р. Кызыл-Суу укладываются в треугольник, вершинами которого могут служить соотношения изотопов урана в основных источниках питания исследованных вод: I – ледниковые воды с минимальным содержанием урана (не более 0,5-0,6.10⁻⁶ г/л) и равновесным соотношением его четных изотопов; II – воды

коренных пород с максимальными изотопными сдвигами ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}=2,7$ проба 2); III – воды, циркулирующие в зоне активного водообмена в разрушенных отложениях верхнего четвертичного горизонта с равновесным соотношением изотопов урана и повышенным его общим содержанием (проба 11). Остальные опробованные источники представляют собой смесь этих трех типов вод в разных пропорциях (табл. 2).



Рис.2 – Схема уран-изотопного опробования вод бассейна р.Кызыл-Суу

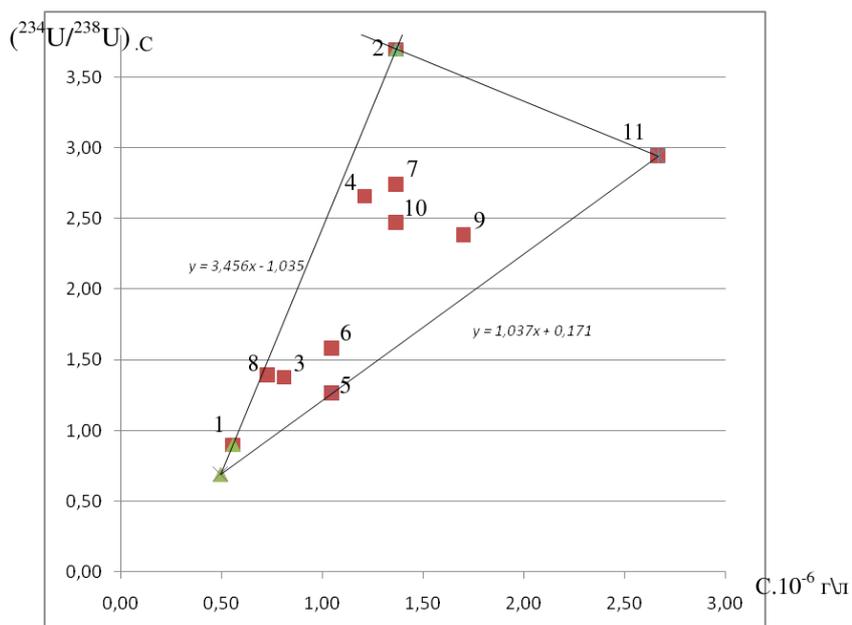


Рис.3 – Уран-изотопная диаграмма вод бассейна р. Кызыл-Суу

Выводы. Наличие в речном бассейне хотя бы одного надежного гидрологического поста дает возможность на период уран-изотопного опробования рассчитать все элементы водного баланса бассейна. Возможности метода показаны при уточнении элементов водного баланса бассейнов рек Иссык-Кульского бассейна, Чу, Сары-Джаз, Талас (Северный Тянь-Шань), Гунт, Пяндж, Кызылсу (Памиро-Алай) [1, 3].

Литература

1. Маматканов Д.М., Кобулиев З.В., Тузова Т.В., Шатравин В. И., Уралбеков Б.М. Опыт международного сотрудничества по уточнению водных ресурсов и радиологического состояния трансграничных речных бассейнов в условиях изменяющегося климата с помощью изотопных методов // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2015. – №4, 2015. – С. 4-8.
2. Матвеева И.В. Назаркулова Ш.Н., Тузова Т.В., Уралбеков Б.М., Аманова Г.Т., Мамбеталиев Э.Д. Изотопы урана в водах хвостохранилищ рудника Каджи-Сай // Вестник КазНУ, серия химическая. – 2015. – №4(80). – С. 61-67. <http://bulletin.chemistry.kz/dx/doi.org/10/15328/cb600>
3. Т.В.Тузова, Б.М.Уралбеков Опыт использования четных изотопов урана в природных водах при изучении процессов в водных экосистемах // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов. – Москва: ИВП РАН, 2015. – С. 263-267.
4. Чалов П.И. Изотопное фракционирование природного урана. – Фрунзе: Илим, 1975. – 236 с.
5. Чердынцев В.В. Уран-234. – М.: Атомиздат, 1969. – 308 с.
6. Uralbekov B., Burkitbaev M., Satybaldiev B., Matveeva I., Tuzova T., Snow D. spatial and temporal variability of $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ activity ratios in the Shu Piver, Central Asia // Environmental Earth Sciences. – 2014. – No 4. – P. 3635-3642.
7. Uranium-series disequilibrium, application to earth, marine and environmental sciences. // Edited by Ivanovich M. and Harmon R.S. – Oxford: Clarendon Press, 1992. – 910 p.

Таблица 1 – Изотопы урана в водах бассейна р. Кызыл-Суу

№ проб	Место опробования	^{238}U Бк/л	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	$\text{C}, 10^{-6}$ г/л	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ х C 10^{-6} г/л	Доля стока, %
1	Родник в истоке р.Кызыл-Суу	0,007 ±0,001	1,7±0,2	0,56	0,90	
2	Р. Кызыл-Суу, верховья	0,017±0,002	2,7±0,1	1,37	3,70	25±15
3	Родник в истоке р.Кызыл-Суу	0,010±0,001	1,7±0,2	0,81	1,38	10±5
4	Р. Кызыл-Суу, ниже родников	0,015±0,001	2,2±0,2	1,21	2,66	35±15
5	Р.Ачик-Таш, устье	0,013±0,002	1,2±0,2	1,05	1,26	15±5
6	Р. Кызыл-Суу при впадении р.Сары-Могол	0,013±0,002	1,5±0,2	1,05	1,58	
7	Р. Кызыл-Суу после впадения рек Сары-Могол и Ачик-Таш	0,017±0,001	2,0±0,1	1,37	2,74	
8	Р. Кызыл-Суу перед впадением р.Алтын-Дара	0,009±0,002	1,9±0,5	0,73	1,39	50±20
9	Р.Алтын-Дара, устье	0,021±0,004	1,4±0,3	1,70	2,38	50±20
10	Р. Кызыл-Суу после впадения р.Алтын-Дара	0,017±0,002	1,8±0,2	1,37	2,47	100
11	Р. Кок-Суу, устье	0,033±0,003	1,1±0,1	2,67	2,94	

Таблица 2 – Генетические составляющие вод бассейна р. Кызыл-Суу (%)

№ проб	Водоисточник	I – Ледниковые воды ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$) ₁ = 1,3±0,3C ₁ = 0,6•10 ⁻⁶ г/л	II – Воды коренных пород ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$) ₂ = 2,7±0,1C ₂ = 1,3•10 ⁻⁶ г/л	III – Воды четвертичных отложений ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$) ₃ =1,1±0,1C ₃ = 2,7•10 ⁻⁶ г/л
2	Исток р.Кызыл-Суу		100	
1, 3	Родники в верховьях р.Кызыл-Суу	85	15	
5	Р.Ачик-Таш	80		20
6	р.Кызыл-Суу перед р.Сары-Могол	60	20	20
7, 8	р.Кызыл-Суу перед р.Алтын-Дара	60	35	5
9	Р.Алтын-Дара	30	25	40
10	р.Кызыл-Суу после р.Алтын-Дара	40	35	25
11	Р.Кок-Суу			100

ДИНАМИКА КАЧЕСТВА ВОД Р. УССУРИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТРАНСГРАНИЧНОГО МОНИТОРИНГА

Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М.

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск, Россия

e-mail: shesterkin@ivep.as.khb.ru

Аннотация. Рассмотрена сезонная и временная изменчивость химического состава воды р. Уссури в приустьевой части. Наибольшее содержание основных ионов и биогенных веществ отмечается зимой, наименьшее содержание основных ионов - в половодье, биогенных веществ – летне-осеннюю межень. После исторического наводнения в бассейне Амура осенью 2013 г. и зимой 2014 г. были зафиксированы повышенные концентрации микроэлементов.

Ключевые слова: река Уссури, трансграничный мониторинг

DYNAMICS OF WATER QUALITY IN USSURI RIVER ACCORDING TRANSBOUNDARY MONITORING

Shesterkin V.P., Shesterkina N.M.

Institute of Water and Ecological Problems, FEB RAS, Khabarovsk, Russia

e-mail: shesterkin@ivep.as.khb.ru

Abstract. The seasonal and temporal variability of the water chemical composition near the mouth of the river Ussuri is considered. The greatest content of the major ions and biogenic organic matters was recorded during the winter low-water, the lowest content of the major ions was recorded during the spring high water and biogenic organic matters was recorded during summer-autumn low-water. Elevated concentrations of microelements were recorded after the historical flood in the Amur basin in autumn 2013 and in winter 2014.

Keywords: the Ussuri river, transboundary monitoring

Введение

Река Уссури – крупный правобережный приток Амура. Длина реки составляет 897 км, площадь водосбора – 193 тыс. км² (в пределах Китая 57 тыс. км²), средний многолетний годовой сток – 1435 м³/с. Основная часть бассейна расположена в пределах Центрального и Западного Сихотэ-Алиня. В низовье р. Уссури дренирует юго-восточную окраину Среднеамурской низменности. Наиболее крупные притоки – Мулинхэ (длина 577 км, площадь водосбора 18 500 км²), Большая Уссурка (220 км, 29 600 км), Наолихэ (596 км), Бикин (560 км и 22 300 км²) и Хор (453 км и 24 700 км²). В бассейне Уссури расположено оз. Ханка – крупнейший водоем северо-восточной Азии (площадь акватории 4 070 км²). Питание реки в основном дождевое, снеговое составляет 5–20 %, подземное 10–20 %. Максимальные расходы наблюдаются в мае и августе, редко – июле или сентябре, наименьшие расходы – феврале-марте [4].

В верхнем и среднем течении р. Уссури наблюдения за химическим составом воды с 1953 г. осуществляет Росгидромет. Менее изучен

гидрохимический режим реки на пограничных участках (620 км), где эпизодически начиная с 2008 г. в районе с. Казакевичево проводится совместный российско-китайский мониторинг качества воды. Опубликованные ранее работы о гидрохимии р. Уссури [2, 3, 6] в последние годы дополнены новыми данными, которые позволяют выявить сезонную и временную изменчивость химического состава воды р. Уссури приустьевой части.

Объекты и методы

Исследования на р. Уссури проводились в 2008–2016 гг. в районе с. Казакевичево. Пробы воды отбирали с поверхности на трех вертикалях в правобережной, средней и левобережной части реки. Аналитические работы проводились по принятым в гидрохимии методам. Химический анализ проб воды на содержание главных ионов (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-), биогенных элементов (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , HPO_4^{2-} , Fe, Si) и микроэлементов (Mn, Cu, Zn, Al, Ni, Pb) методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой осуществлялся в Центре коллективного пользования «Межрегиональный центр экологического мониторинга гидроузлов» при ИВЭП ДВО РАН.

Обсуждение результатов

Вода р. Уссури по химическому составу относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция, первому типу [1], который обусловлен преобладанием таежных ландшафтов над равнинами, муссонным характером климата, высокой устойчивостью подстилающих пород к выветриванию.

Минерализация воды в течение года варьирует в широких пределах. В период половодья она изменяется от 33,2 до 58,1 мг/дм³, в зимнюю межень - от 95,2 до 121,9 мг/дм³. По ширине реки наибольшие значения отмечаются у левого берега (рис. 1). Между левобережной и правобережной частями реки различия в значениях в основном ниже 15,0 мг/л, после исторического паводка 2013 г. осенью достигали максимума (35,8 мг/дм³).

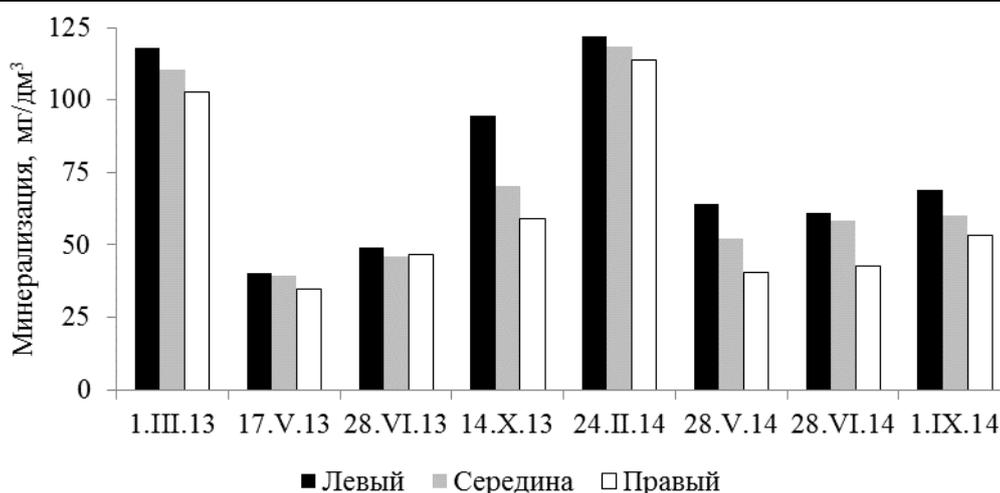


Рис. 1 – Сезонное изменение минерализации воды р. Уссури в районе с. Казакевичево в 2013–2014 гг.

Концентрация гидрокарбонатного иона в воде в половодье и паводки изменяется в узких пределах 15–30 мг/дм³, в межень – 51–73 мг/дм³. Меньше содержится хлоридного (0,9–5,4 мг/дм³) и сульфатного (4,5–13,4 мг/дм³) ионов. Среди катионов доминирует кальций, содержание которого при высоких уровнях воды изменяется от 4,2 до 6,2 мг/дм³, при низких уровнях – от 10,1 до 14,7 мг/дм³. Амплитуда колебаний концентраций ионов натрия и магния в половодье и паводки составляет 2–4 и 1,4–2,5 мг/дм³, в межень 5–10 и 3,4–5,5 мг/дм³ соответственно. По ширине реки максимум концентраций ионов натрия, сульфатного и хлоридного отмечается в левобережной части реки [3].

Специфические черты таежных ландшафтов, слагающих водосбор р. Уссури, проявляются при сопоставлении концентраций главных ионов, выраженных в эквивалентной форме. В воде р. Уссури доля Ca²⁺ составляет 47– 51 %-экв., Mg²⁺ – 26– 30 %-экв., Na⁺ – 16–22 %-экв. Подобный состав воды имеют правые притоки нижнего течения Уссури (Хор, Кия, 1-Седьмая и др.) [5].

Для содержания биогенных элементов в воде рек бассейна Уссури характерна значительная сезонная и временная изменчивость. Концентрации неорганических форм азота в период исследований изменялись от предела обнаружения до 0,47; 0,012 и 0,56 мгN/дм³ для аммонийной, нитрит- и нитратной форм соответственно. Содержание форм азота в весенне-

раннелетний период отражает равновесие процессов разложения органического вещества и последующего поглощения элементов как наземной, так и водной биотой. Усиление биотического поглощения в водотоках в летне-осеннюю межень обуславливает минимальное содержание нитратной и аммонийной формы азота.

Среди минеральных форм азота в основном доминирует нитратный азот, максимальное содержание которого отмечается в зимнюю межень (0,34–0,56 мг N/дм³). По ширине реки концентрация нитратного азота в эту фазу водного режима распределяется относительно равномерно. Наибольшее значение отмечалось зимой 2015 г. По сравнению с 2008 и 2011 гг., оно было выше в 1,6 раза, что свидетельствует об активизации хозяйственной деятельности в бассейне реки.

Максимальный сток нитратного азота наблюдается в половодье с преобладанием повышенных концентраций преимущественно у левого берега (рис. 2). Лишь в мае 2013 г. в условиях высокой водности правобережных притоков (Хор, Кия, Бикин) отмечалась обратная картина. В 2009 г. содержание нитратного азота было ниже аммонийного в 1,6 раза [3]. Исследования в 2011–2012 гг. показали превышение концентрации нитратной формы азота в 4 раза, в 2014 г. – 6 раз, 2016 г. – 4 раза. Изменение соотношения между этими формами азота связано со снижением поступления органического вещества и изменением характера процессов его трансформации, снижением промышленного производства и использования минеральных и органических удобрений.

Максимальный сток аммонийного азота и его значительное преобладание над нитратным азотом (в 12 раз) отмечались в июне 2013 г. в правобережной части р. Уссури в начале исторического наводнения на р. Амур.

Содержание нитритного азота, являющегося нестойким промежуточным продуктом нитрификации в водах, находится на уровне первых микрограммов в литре. В р. Уссури интервал колебания концентраций в зимнюю межень варьирует от 0,001 до 0,011 мг N/дм³ и от 0,001 до 0,012 мг N/дм³ в половодье. Доминирование наибольших

концентраций нитритного азота в зимнюю межень и во время половодья в левобережной части Усури, также свидетельствует об усилении хозяйственной деятельности в его китайской части бассейна.

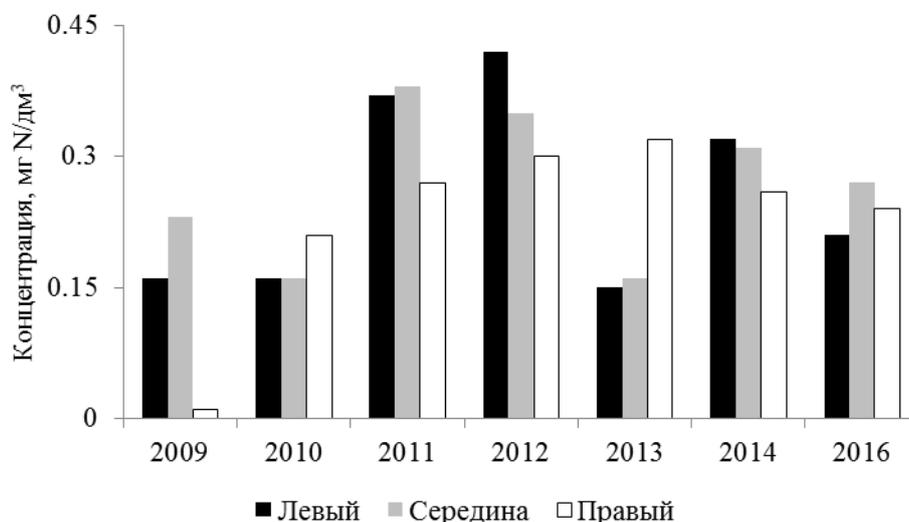


Рис. 2 - Распределение содержания нитратного азота по ширине р. Усури в районе с. Казакевичево в мае 2009–2014, 2016 гг.

Концентрация минерального фосфора в воде изменяется от предела обнаружения ($0,003 \text{ мг P/дм}^3$) до $0,028 \text{ мг P/дм}^3$. Максимальные значения в основном отмечаются в период зимней межени и половодья в левобережной части реки, минимальные – летне-осеннюю межень.

Растворенное железо находится в пределах $0,01\text{--}0,30 \text{ мг/дм}^3$ при среднем значении $0,12 \text{ мг/дм}^3$. Сезонная изменчивость, в основном, выражается в его увеличении от весны к осени [3]. По ширине реки определенных закономерностей в содержании железа не просматривается.

Концентрации кремния в воде изменяются от 5 до 8 мг/дм^3 . Наибольшие значения отмечаются в зимнюю межень, когда питание р. Усури осуществляется преимущественно подземными водами.

Микроэлементы изменяются в больших пределах. Наибольшие концентрации марганца и меди отмечаются в зимнюю межень (до 31 и $4,6 \text{ мкг/дм}^3$ соответственно), цинка и алюминия (до 31 и 84 мкг/дм^3 соответственно) – в период половодья. На спаде исторического паводка 2013 г. в бассейне Амура содержание меди, цинка и свинца в средней части реки достигало 117,3; 9,0 и $2,0 \text{ мкг/дм}^3$, что может быть обусловлено миграцией этих микроэлементов в тонкодисперсной (или крупноколлоидной) форме

(0,1–0,45 мкм) [7]. Повышенное содержание меди, марганца и цинка (до 14,1; 83,2 и 103 мкг/дм³ соответственно) наблюдалось зимой 2014 г. По ширине реки наибольшие значения отмечаются в левобережной части реки во все фазы водного режима, лишь после наводнения 2013 г. они фиксировались на середине реки.

Концентрации никеля, кобальта, кадмия и свинца в основном были ниже предела обнаружения (<1,0 мкг/дм³).

Выводы

Исследования свидетельствуют о больших изменениях химического состава речных вод р. Уссури. В российской части бассейна наблюдается улучшение качества воды в результате снижения производства и применения удобрений. Повышение содержания окисных форм азота в воде левобережной части свидетельствует о преимущественном выносе с китайской части бассейна. Зимой среди минеральных форм азота преобладает нитратная форма. В период открытого русла в левобережной части реки отмечено преобладание нитратного азота, фосфатов, хлоридного и сульфатного ионов, иона натрия.

Литература

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 413 с.
2. Зенин А.А., Погадаев Г.И., Цыцарин Г.В. Гидрохимический режим водотоков бассейна реки Уссури // Гидрохимические материалы. – 1987. – Т. 14. – С. 3–17.
3. Луценко Т.Н., Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Пространственно-временная динамика химического состава речных вод российской части бассейна р. Уссури // Водное хозяйство России. – 2013. – № 3. – С. 65-79.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР / под ред. М.Г. Васьковского Т. 18. Дальний Восток. Вып. 3. Приморье. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 627 с.
5. Форина Ю.А., Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М., Таловская В.С. Гидрохимия вод малых рек западного склона Сихотэ-Алиня // Биогеохимические и геоэкологические параметры наземных и водных экосистем. Вып. 19. – Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2011. – С. 125-135.
6. Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Гидрохимическая характеристика р. Уссури // Вопросы гидрологии и гидроэкологии Урала: юбилейный сборник научных трудов. – Пермь: ПГУ, 2009. – С. 73-77.
7. Chudaeva V.A., Shesterkin V.P., Chudaev O.V. Trace Elements in Surface Water in Amur River Basin // Water Resources. – 2011. – Vol. 38. – P. 650-661.

Секция 6

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

ОСОБЕННОСТИ ЛЕДОВОГО РЕЖИМА РЕК АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ¹

Агафонова С.А.

МГУ имени М.В.Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия

e-mail: sv_andreevna@mail.ru

Аннотация. В работе представлена характеристика ледового режима рек арктической зоны Западной Сибири (рр. Обь, Надым, Пур, Таз и др.) по данным 40 гидрологических постов за период с 1936 по 2014 гг. Пропуски и короткие ряды были восстановлены методом гидрологической аналогии. Использовалась информация о сроках ледовых явлений (появления льда, установления ледостава, вскрытия и очищения ото льда), о продолжительности (периода с ледовыми явлениями, ледостава, осеннего и весеннего ледохода), о характере уровня режима (максимальные уровни воды в период весеннего ледохода и образования заторов), а также об изменении толщины ледяного покрова в зимний период.

Ключевые слова: ледовый режим рек

PESIFIC FEATURES OF ICE REGIME IN RIVERS WITHIN THE ARCTIC ZONE OF WESTERN SIBERIA

Agafonova S.A.

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

e-mail: sv_andreevna@mail.ru

Abstract. In the paper, we have summarized information on the ice regime of the rivers of the arctic zone of Western Siberia (Ob, Nadyam, Pur, Taz) according to observations at 40 hydrological stations in the period from 1936 to 2014. The gaps were reconstructed using the method of hydrological analogy. The information on the dates of ice events (ice formation, beginning of fast ice breakup and clearance of ice), the duration (period with ice phenomena, ice formation, fall and spring ice movement), the water level regime (maximum water levels during spring ice breakup and formation of jams), as well as the variation of ice thickness in winter.

Keywords: ice regime

Арктическая зона Западной Сибири представляет собой низменную заболоченную равнину, ограниченную Полярным Уралом на востоке и Сибирскими Увалами на юге. В административном отношении – Ямало-Ненецкий автономный округ. Исследуемая территория расположена в зоне сплошного распространения многолетней мерзлоты. Широтная зональность ярко выражена: с севера на юг сменяют друг друга тундра, лесотундра и тайга, для склонов Полярного Урала характерна высотная поясность.

Климат характеризуется суровой продолжительной зимой и коротким прохладным влажным летом. Период с отрицательными температурами воздуха длится с третьей декады сентября – начала октября до конца мая –

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Ученого Совета географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

первой декады июня. Устойчивый снежный покров образуется в начале октября, число дней со снежным покровом – 220–255 сут. [5].

Реки исследуемой территории впадают в Обскую и Тазовскую губу Карского моря. Крупнейшие – Обь, Надым, Пур и Таз, средние – Сыня, Полуй, Щучья, Ныда и другие. В нижнем течении р. Обь ярко выражена пойменная многорукавность. Большая и Малая Обь соединяются многочисленными поперечными протоками, пойменные берега сложены песками и суглинками. Вершина дельты расположена ниже г. Салехард, два главных рукава дельты – Хаманельская и Надымская Обь также соединены многочисленными протоками. Истоки рр. Надым, Пур и Таз берут начало на склонах Сибирских Увалов и протекают преимущественно по ледниковой, а затем морской песчаной равнине. Болота занимают половину водосборных территорий рек Пур и Надым [6].

Транспортная инфраструктура исследуемой территории представлена автомобильным, железнодорожным, водным и воздушным транспортом. Водным транспортом осуществляются как пассажирские, так и грузовые перевозки, функционируют паромные переправы [2]. По рекам ежегодно осуществляется северный завоз. В зимний период функционируют 4 автозимника. Сроки открытия зимников определяются не только погодными условиями, но и сроками образования устойчивого ледостава на малых реках. Крупные ледовые переправы обустроиваются на р. Обь в створе г. Салехард – г. Лабытнанги и на р. Надым в створе г. Надым.

В качестве исходной информации были выбраны данные 40 гидрологических постов (рис. 1). Использован период с 1936 по 2014 г. Собрана информация о сроках ледовых явлений (появления льда, установления ледостава, вскрытия и очищения ото льда), о продолжительности (периода с ледовыми явлениями, ледостава, осеннего и весеннего ледохода), о повторяемости заторов и перемерзания, о характере уровня режима (максимальные уровни воды в период весеннего ледохода и образования заторов), а также об изменении толщины ледяного покрова в зимний период. Среди выбранных гидрологических постов на р. Обь расположены 9, на реках бассейна р. Надым – 4, р. Пур – 8, р. Таз – 6.

Кроме того, использовались данные постов р. Се-Яха – пос. Сеяха на полуострове Ямал, р. Антипаюта Яха – пос. Антипаюта на Гыданском полуострове и 3 постов на Полярном Урале в верховьях рр. Собь и Щучья.

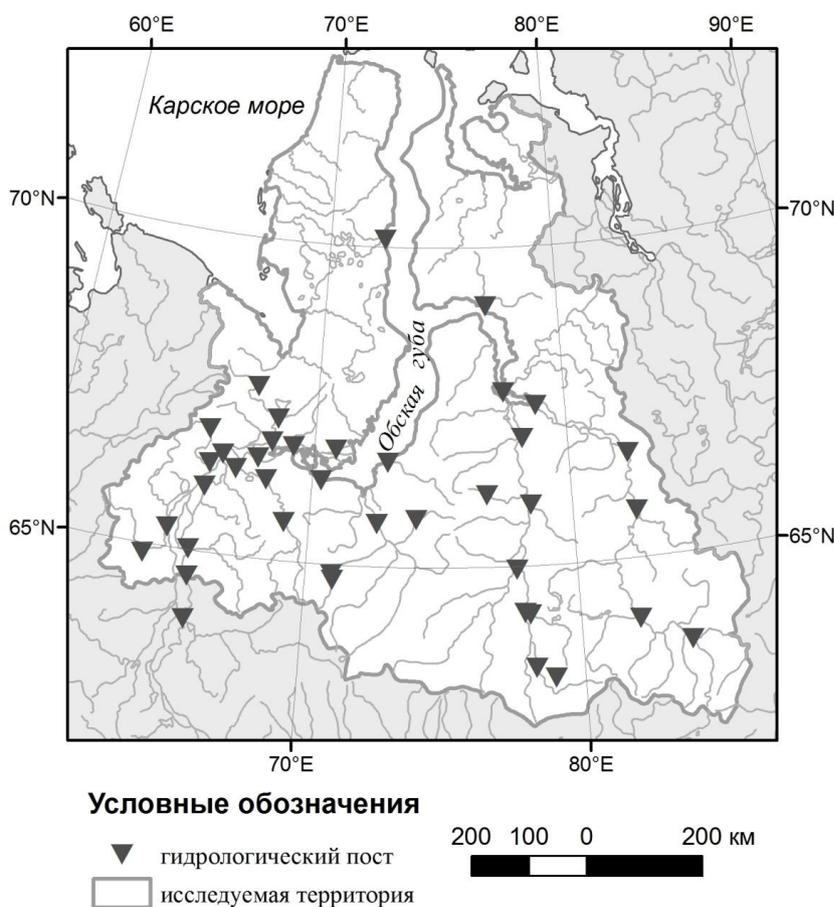


Рис. 1 – Исследуемая территория

Для выяснения наличия у исследуемых рядов монотонного (возрастающего или убывающего) тренда использован непараметрический критерий тренда Спирмена. Расчеты показали отсутствие статистически значимых изменений. Для 27 постов ряды характеристик ледового режима (прежде всего сроки ледовых явлений) приведены к периоду 1936–2014 гг. Пропуски и короткие ряды были восстановлены методом гидрологической аналогии с использованием информации по створам, расположенным на реках со схожими физико-географическими условиями и характеристиками водосборов.

Первый лед на реках исследуемой территории в виде заберегов и шуги появляется в среднем в первой половине октября: в первых числах месяца на реках полуострова Ямал и в низовьях р. Таз; к концу первой декады на рр. Сыня, Надым и Пур (рис. 2). На р. Обь лед появляется несколько позже: 25

октября в районе пос. Горки, 17 октября в районе г. Салехард. Замерзание рек сопровождается осенним шугоходом, наиболее шугоносны рр. Сось, Щучья, Надым, Пур и Таз. Средняя продолжительность периода замерзания для большинства рек составляет около 7 сут., для р. Обь – около 15 сут. Кроме того, несколько выше продолжительность замерзания на реках Полярного Урала (например, на р. Сось у пгт Харп – 17 сут.).

Формирование ледяного покрова начинается с участков сужений, крутых поворотов русла и отмелей. Здесь происходит остановка и смерзание плывущих льдин. Сроки установления ледостава, как и сроки появления льда, имеют четкое пространственное распределение: в низовьях рр. Пур и Таз ледостав устанавливается в середине октября, в среднем и верхнем течении – во второй декаде октября, на реках Полярного Урала – к концу месяца (рис. 2), а на р. Обь – в конце октября – первых числах ноября. Среднеквадратическое отклонение осенних сроков ледовых явлений составляет 6–8 сут.

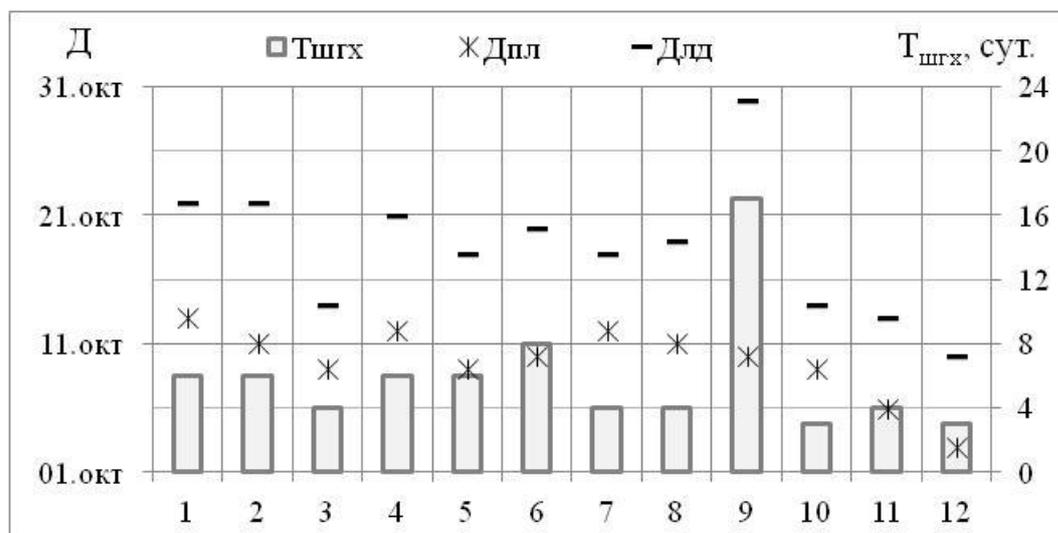


Рис. 2 – Основные характеристики периода замерзания: средние даты появления льда (Дпл), установления ледостава (Длд) и продолжительности шугохода и ледохода (Тшгх)

Примечание. Нумерация створов с юга на север: 1 – р. Еркал-Надей Пур – пос. Халесовая, 2 – р. Таз – пос. Толька, 3 – р. Сыня – пос. Овгорт, 4 – р. Пяку-Пур – пгт Тарко-Сале, 5 – р. Надым – г. Надым, 6 – р. Пур – пгт Уренгой, 7 – р. Полуи – ГМС Полуи, 8 – р. Таз – пос. Сидоровск, 9 – р. Сось – пгт Харп, 10 – р. Пур – пос. Самбург, 11 – р. Щучья – д. Щучье, 12 – Тазовская губа – пос. Находка.

При установлении ледостава толщина ледяного покрова составляет от 2–5 см на малых реках до 15–20 см на больших реках с высокими скоростями течения. В первый месяц ледостава наблюдается наиболее интенсивное нарастание толщины ледяного покрова (рис. 3). К концу октября толщина

льда в среднем достигает 15–20 см, толщина снега на льду 5–10 см. К концу ноября толщина снега на льду составляет в среднем около 15 см, а толщина ледяного покрова для створов южнее 66°с.ш. 30–35 см, для створов до 68°с.ш. – 35–40 см и до 50 см для низовья р. Таз и рек полуострова Ямал и Гыданского полуострова.

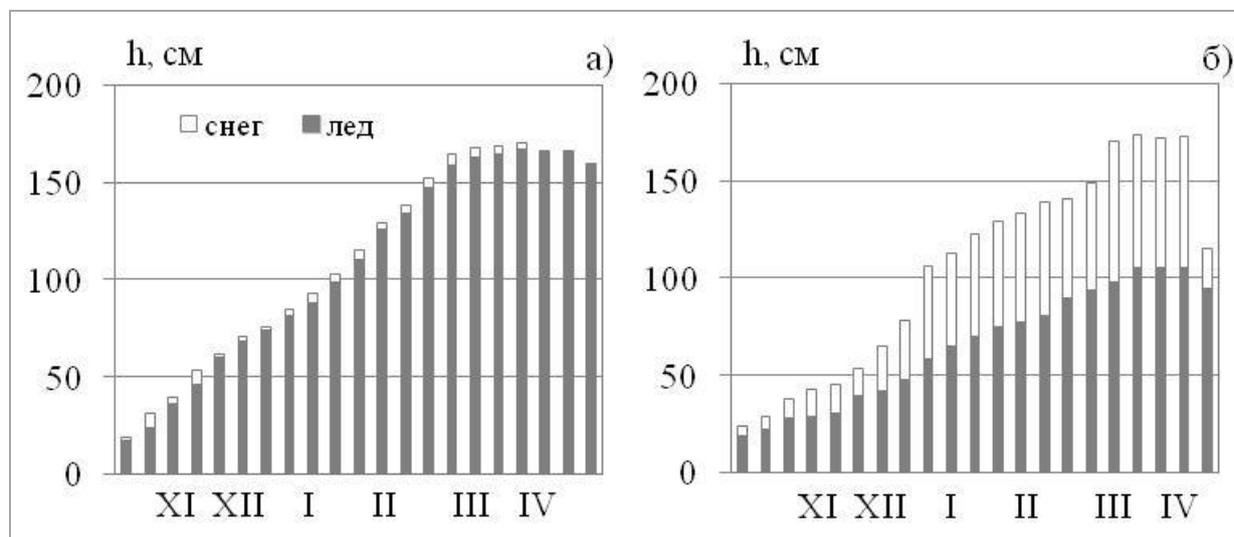


Рис. 3 – Нарастание толщины льда в течение периода ледостава: а) р. Щучья – д. Лаборовая, 1999–2000 г.; б) р. Пур – пгт Уренгой, 2000–2001 г.

Рост толщины ледяного покрова продолжается в течение практически всего периода ледостава (рис. 3). Резкое увеличение толщины льда в феврале–марте обычно связано с выходом воды на лед и образованием наслуда, в апреле – с оттепелями и смерзанием мокрого снега с ледяным покровом. Значительный рост толщины льда на малых реках часто обусловлен промерзанием до дна нижележащих участков и отсутствием течения в створе поста. На реках тундровой зоне более интенсивное нарастание толщины ледяного покрова также связано с меньшими суммами осадков в зимний период и меньшими значениями толщины снега на льду, в отдельных случаях снега на льду не наблюдается вовсе. Максимальные значения толщины снега на льду наблюдаются в марте и составляют для большинства створов 40–50 см, для рек тундровой зоны – около 30 см. Максимальных значений толщина ледяного покрова достигает в апреле и составляет в среднем 1,0–1,5 м. Среднеквадратическое отклонение максимальной толщины ледяного покрова для большинства створов – около

15 см, для нижнего течения рр. Обь, Пур и Таз, а также для рек Полярного Урала – 20–25 см.

Реки исследуемой территории могут в отдельные годы промерзнуть до дна, например участки р. Щучья у д. Лаборовая и у д. Шучье промерзают на срок до 5 месяцев. Существуют сведения о перемерзании рек полуострова Ямал и Гыданского полуострова [1, 6, 7].

Средняя продолжительность ледостава на реках составляет от 210 до 250 сут. Для р. Обь продолжительность ледостава несколько ниже и в пределах исследуемого участка составляет от 190 до 215 сут. (рис. 4а, 5).

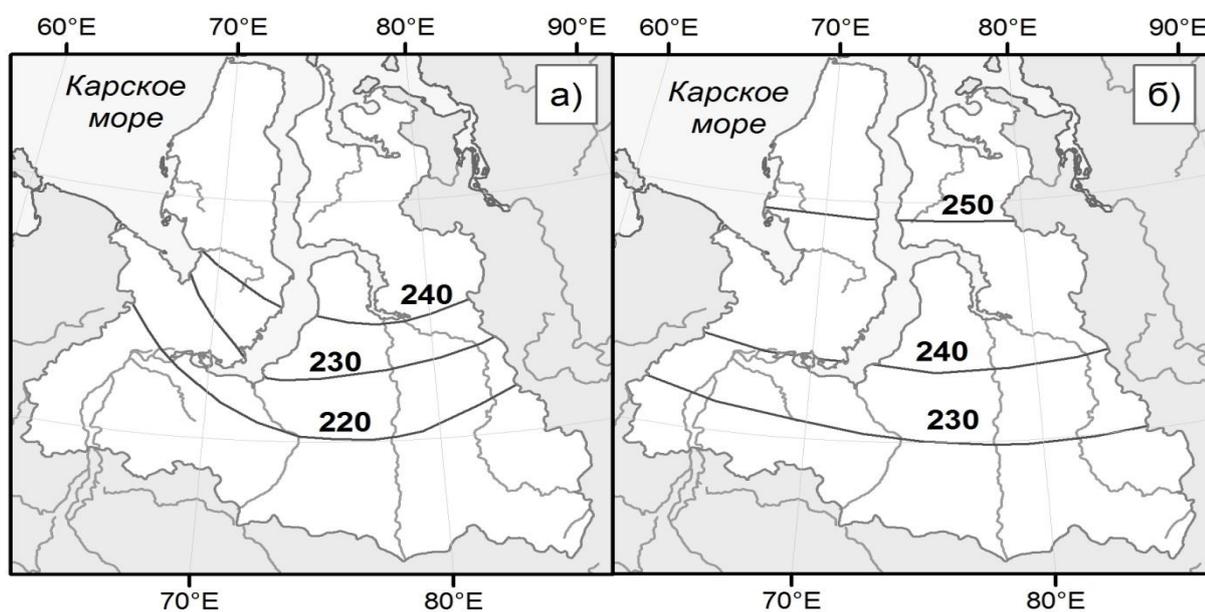


Рис. 4 – Средняя продолжительность ледостава (а, $T_{лд}$) и периода с ледовыми явлениями (б, $T_{ля}$): значения по длине р. Обь представлены на рис. 5.

Весенние процессы начинаются с таяния снега на льду и образования проталин. Талая вода просачивается в трещины ледяного покрова, разрушая его. На реках исследуемой территории вскрытие происходит под действием как механических, так и тепловых факторов. Вдоль более прогретых берегов образуются полосы, свободные ото льда (закраины). С ростом расходов воды ледяной покров отрывается от берегов, поднимается и продвигается вниз по течению. На малых реках со значительной толщиной льда и на промерзающих участках ледохода не наблюдается, вода размывает ледяной покров, лед тает на месте.

Весенний ледоход на р. Обь выше г. Салехард начинается в среднем во второй декаде мая, в третьей декаде мая вскрываются рр. Полуи, Щучья, верхнее и среднее течение рр. Пур и Таз, нижнее течение рр. Пур и Таз вскрывается в первой декаде июня (рис. 6). Из-за высокой заболоченности реки исследуемой территории имеют несколько затяжной характер вскрытия и лед к началу ледохода значительно теряет свою прочность [3, 4]. С этим связана невысокая продолжительность весеннего ледохода – 3–5 сут., несколько выше она на реках Полярного Урала (рр. Щучья и Сось – 7–10 сут.). В период прохождения весеннего ледохода в местах крутых поворотов, сужений русла, при наличии островов образуются заторы льда. Заторные подъемы уровней воды не превышают 1–2 м.

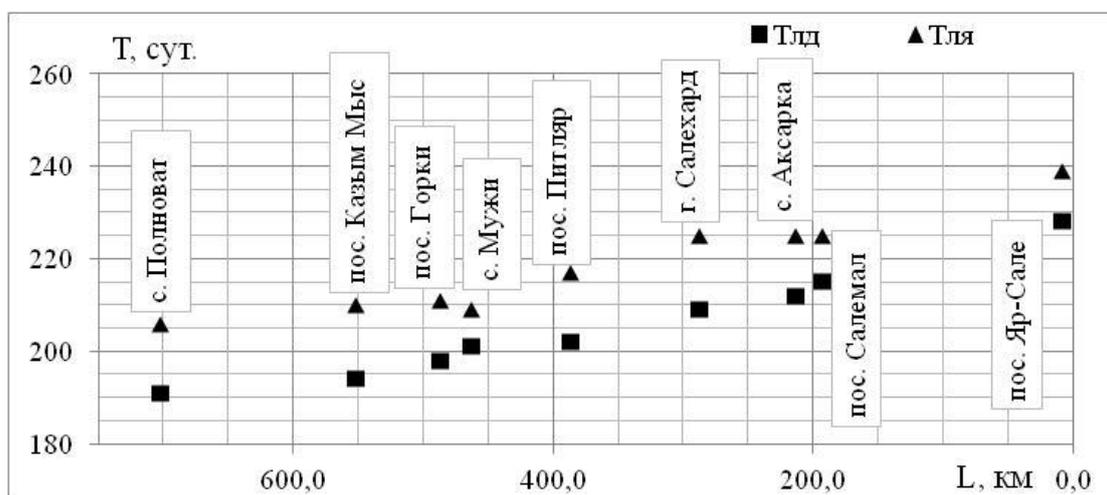


Рис. 5 – Средняя продолжительность ледостава (Т_{лд}) и периода с ледовыми явлениями (Т_{ля}) по длине р. Обь

Весенний ледоход на реках проходит при высоких уровнях воды. Повторяемость выхода воды на пойму в период весеннего ледохода для средних и больших рек составляет 90–100 %. Максимальные годовые уровни воды для большинства рек территории наблюдаются в период весеннего половодья (в последних числах мая – начале июня). Для средних и больших рек (рр. Обь, Надым, Пур и Таз) максимальные годовые уровни воды в 80–90% случаев сопровождаются ледовыми явлениями, в остальных 10–20% случаев максимальные уровни наблюдаются в первую неделю после очищения ото льда.

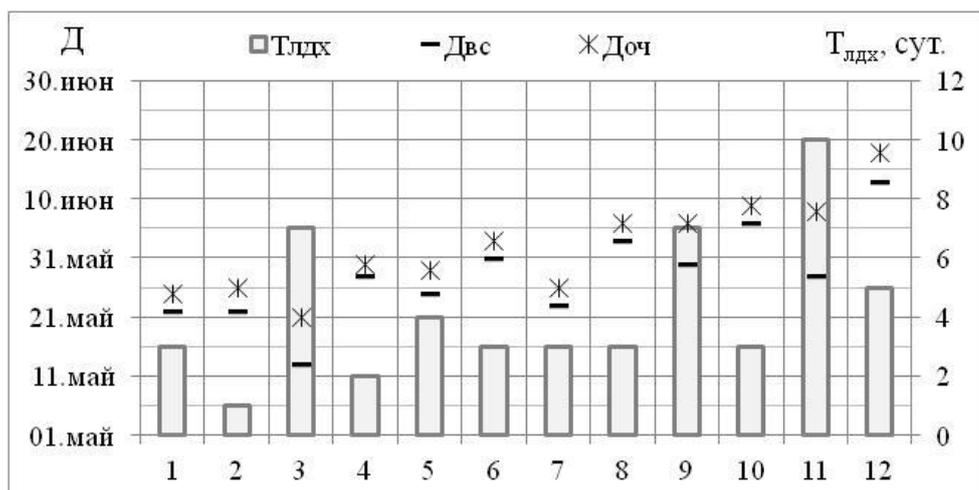


Рис. 6 – Основные характеристики периода вскрытия: средние даты вскрытия (Двс), очищения ото льда (Доч) и продолжительности ледохода (Тлдох): нумерация постов – см. рис. 2.

Среди населенных пунктов, подверженных затоплению в период весеннего ледохода: пос. Горки, с. Мужы, г. Салехард, г. Надым, пгт Уренгой и г. Тарко-Сале (рис. 7). В 1999 г. в период весеннего ледохода критических уровень был превышен в пос. Овгорт (р. Сыня), г. Салехард, пос. Горки и с. Мужы (р. Обь) и г. Надым (р. Надым). В нескольких районах Ямало-Ненецкого автономного округа был введен режим чрезвычайной ситуации. Последнее наводнение в период весеннего ледохода произошло весной 2014 г. на р. Пур в пгт Уренгой. 31 мая 2014 г. уровень воды поднялся выше критической отметки, были подтоплены 29 жилых домов и 5 производственных зданий, около 1 тыс. чел. были эвакуированы.

В конце мая – первой половине реки очищаются ото льда: сначала р. Обь и верховья бассейна рр. Таз и Пур; в первых числах июня р. Пур в районе пгт Уренгой и р. Таз в районе с. Сидоровск; средние сроки очищения Тазовской губы в районе пос. Находка – 18 июня (рис. 6). Среднеквадратическое отклонение весенних сроков ледовых явлений 8–10 сут.

Средняя продолжительность периода с ледовыми явлениями на реках составляет от 225 до 260 сут., для р. Обь – от 207 до 225 сут. (рис. 4б, 5). Таким образом, продолжительность физической навигации, т.е. безледного периода составляет от 105 до 140 сут., для р. Обь – от 140 до 158 сут., для створа р. Обь, протока Малая Юмба – пос. Яр-Сале – 125 сут.

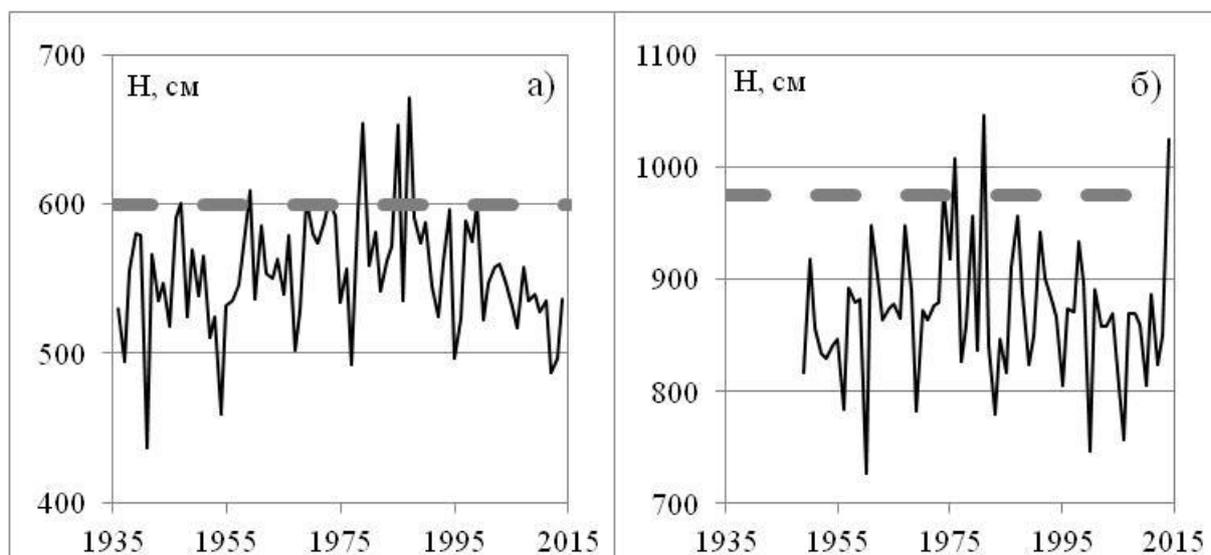


Рис. 7 – Максимальные уровни воды весеннего ледохода: а) р. Обь – г. Салехард, отметка нуля поста 0,52 м БС 77; б) р. Пур – пгт Уренгой, отметка нуля поста 5,82 м БС: пунктиром обозначен критический уровень воды

Библиография

1. Алексеевский Н.И., Мокшанов А.М. Ледовый режим рек Западной Сибири // Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей. Труды VIII Международной научно-практической конференции. Т. 1. – М.: РУДН, 2014. – С. 297-309.
2. Бабурин В.Л., Бадина С.В., Горячко М.Д., Земцов С.П. Зоны концентрации социально-экономического потенциала Арктики // Меняющийся климат и социально-экономический потенциал Российской Арктики. Т. 1. – М.: Лига-Вент, 2015. – С. 74-126.
3. Бузин В.А. Затопы льда и заторные наводнения на реках. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004. – 203 с.
4. Гинзбург Б.М. К определению вероятностных характеристик ледового режима рек севера Сибири // Труды V всесоюзного гидрологического съезда. Т. 7. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – С. 256-266.
5. Национальный атлас России Т.2. Природа и экология. – М.: ФГУП «ГОСГИСЦЕНТР», 2004. – 495 с.
6. Руслевой режим рек Северной Евразии (в пределах бывшего СССР). – М., 1994. – 336 с.
7. Эрозионные процессы Центрального Ямала. – СПб., 1999. – 349 с.

КАРТЫ РИСКОВ НАВОДНЕНИЙ – ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ

Борисова Т.А.

Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, Бурятия, Россия

e-mail: tabor@binm.bscnet.ru

Аннотация. Статья посвящена картографированию рисков от наводнений на реках бассейна оз. Байкал. Оценка рисков рассчитана через параметр уязвимости. При картографировании и выявлении уровня рисков использованы удельные показатели. В результате создан ряд вспомогательных частных карт пораженности земель разных категорий и населения (индивидуальный риск) при нескольких сценариях прохождения наводнений. Обобщенный анализ и сравнение частных карт позволили разработать карту интегрального риска от наводнений на реках бассейна оз. Байкал.

Ключевые слова: картографирование, природные риски, наводнения, показатели опасности, пораженность территории и населения, карта интегрального риска

MAPS OF FLOOD RISKS AS EFFECTIVE MANAGEMENT INSTRUMENT

Borisova T.A.

Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia

e-mail: tabor@binm.bscnet.ru

Abstract. The article is devoted to mapping the risks from floods on the rivers of the Lake Baikal basin. The risk is estimated with the vulnerability parameter. Specific indicators were used for mapping and identifying the level of risk. As a result, a number of auxiliary local maps of the impact on land and population (individual risk) under several flood scenarios were constructed. An integrated analysis and comparison of local maps allowed the development of the integrated flood risk map for rivers of the Lake Baikal basin.

Keywords: mapping, natural risk, floods, risk index, impact on the territory and population, map of integral risk

Эффективность управления наводнениями во многом зависит от оперативности действий в период чрезвычайных ситуаций (ЧС) и правильного выбора оптимальных решений для минимизации ущербов и обеспечения безопасности жизнедеятельности. Одним из наиболее перспективных инструментов результативности такой политики является изучение наводнений с позиций рисков с целью определения зон затопления при расчетных уровнях воды заданной вероятности превышения и расчетов предполагаемых потерь при различных сценарных вариантах.

Обязательным элементом географического подхода исследования рисков является их визуализация для наглядного отображения и пространственного измерения негативного воздействия вод на человека и среду его обитания. Картографирование рисков по методической процедуре представляет собой сквозной процесс создания ряда информационных и оценочных карт различной направленности и содержания и итоговой интегральной карты риска от наводнений. Современным механизмом, позволяющим организовать действия по регистрации геоданных, их однозначной локализации и созданию геоинформационных моделей в один

управляемый процесс является геоинформационная технология. Также она обеспечивает автоматизированную оценку всех метрических и содержательных аспектов. Картографической базой является векторная топооснова масштаба 1:100000, высотной основой – цифровая модель рельефа (ЦМР) [1].

В основу содержания карт положены обобщенные результаты оценочных операций. Непосредственно сама методика оценки заключается в определении ожидаемых потерь при возникновении опасности на освоенной территории и состоит из взаимосвязанных последовательных поэтапных шагов. Для объективности информации в работе применяется вероятностно-площадной подход, основанный на показателях опасности: повторяемости, величины (глубина затопления) с учетом продолжительности стояния опасных уровней и площади затоплений. Расчеты показателей рисков базируется на методических приемах через параметр уязвимости, определение которого позволяет определить физические показатели рисков и их удельные значения [2, 4]. При картографировании в сравнительной оценке и выявлении уровня применяются удельные данные. Карты рисков, выполненные таким образом, в сравнение с балльными оценками достаточно точны, обладают высокой достоверностью и представляют не только научный, но и большой практический интерес.

Объектом для исследования определены главные реки бассейна оз. Байкал. Самая большая из них – Селенга, протекающая по территории России и Монголии, площадью водосбора 447 тыс. км². В ее бассейн входят реки Орхон, Эгийн-Гол, Чикой, Хилок, Уда, Джида, Темник. Значительными водотоками Среднего и Северного Байкала являются Баргузин, Верхняя Ангара, Турка, Тья и др.

Для картографической регистрации наводнений выделены бассейны рек, гидрологические посты, наполнена атрибутивная база первичных гидрологических данных, что позволило определить повторяемость и величину наводнений. Учитывая орографические особенности, различия гидрографических характеристик строения долины, русла, развитости поймы исследуемых рек, их бассейны разделены на участки с характерными

показателями опасности. Выявление вероятных границ затопления осуществлено на основе рассчитанного показателя величины наводнений по крупномасштабной топографической основе и цифровой модели местности высокой метрической точности. Определение площадей с помощью ГИС технологий в программной среде Arc GIS. Совмещение слоя зон затопления с картами современного использования земель, сельскохозяйственной, населения и функциональных типов поселений дало возможность выделить площади земель разных категорий.

В процессе геоинформационного картографирования сформированный пространственно-временной ряд гидрологических и гидрографических геоданных позволил конструировать имитационные модели механизма формирования и развития наводнений на реках бассейна оз. Байкал.

На основании рассчитанных удельных показателей выполнены частные карты рисков или карты пораженности земель и населения наводнениями. Интегральная карта разработана по результатам обобщенного анализа расчетов и сравнения частных карт. При выявлении уровня суммарного риска большой вес имели показатели поражения населения (индивидуальный риск). Таким образом, на основании проведенных исследований составлена карта (рис. 1), которая иллюстрирует интегральный риск от наводнений на реках бассейна оз. Байкал [3].

Фоновую основу данной карты составляет территориальная дифференциация уровня суммарного показателя риска. В целом повышенным уровнем риска в сравнение с другими характеризуется территория бассейна р. Селенга с большой опасностью затоплений наиболее густозаселенной и хозяйственно освоенной части Байкальского региона. Причем, очень высокий суммарный риск, где индивидуальный имеет максимальные значения, выявлен на участке нижнего течения р. Селенга при слиянии с р. Уда. В зону затопления входит часть г. Улан-Удэ. Кроме того, высокий уровень выделяется на участках приграничья при впадении рек Джиды и Чикой. На реках среднего и северного Байкала показатели рисков не превышают средних значений.

В качестве дополнительной информации отдельных характеристик

наводнений на карте представлены отдельные диаграммы внутригодового распределения речного стока, генезис экстремальных максимумов по гидростворам. Также отражены крупные населенные пункты с высокой степенью опасности г. Улан-Удэ, пос. Наушки, пос. Кабанск, пос. Сотниково, с. Чикой и др.

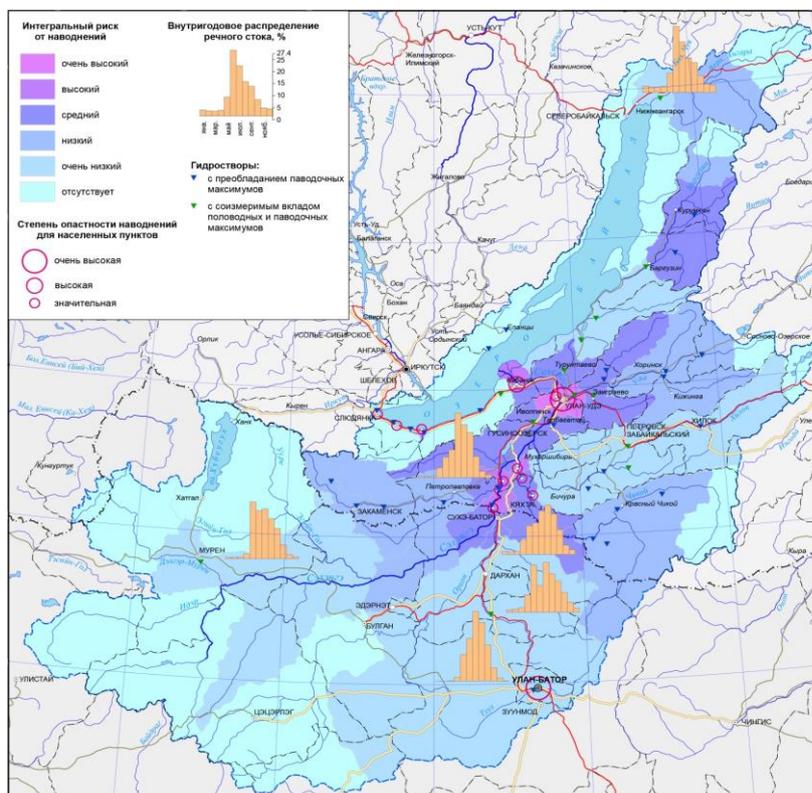


Рис. 1 – Карта Наводнения. Интегральный риск

В целом данная карта, выполненная последовательно по методике, достаточно объективна. Она представляет наглядную картину возможности возникновения чрезвычайных ситуаций в регионе. Является основанием для необходимости проведения комплекса различных мероприятий по снижению рисков от наводнений на реках и разработки научно-обоснованных рекомендаций по планированию территории бассейна оз. Байкал.

Литература

1. Борисова Т.А. Природно-антропогенные риски в бассейне оз. Байкал. – Новосибирск. Изд-во "Гео", 2013. – 126 с. – ISBN 978-5-906284-19-8.
2. Борисова Т.А., Бешенцев А.Н. Территориальная оценка риска от наводнений в Байкальском регионе в условиях экологических ограничений // Безопасность жизнедеятельности. – М.: Изд-во "Новые технологии", 2011. – № 12. – С.32 -38.
3. Экологический Атлас бассейна оз. Байкал. – Иркутск: Ин-т географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. 1:5000000 Мб, 2014.
4. Природные опасности России. Тем. т. 6. Оценка и управление природными рисками / Под ред. А.Л. Рагозина. – М.: Издательская фирма «КРУК», 2003. – 320 с.

АНАЛИЗ КОНЦЕПЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В КАЗАХСТАНЕ И СТРАНАХ ЕС – ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ ЭТАП ДЛЯ РЕФОРМИРОВАНИЯ ВОДНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

Бурлибаев М.Ж., Кайдарова Р.К., Бурлибаева Д.М.

Казахстанское Агентство Прикладной Экологии, Алматы, Казахстан

e-mail: mburlibayev@kape.kz

Аннотация. Выполнен анализ водных законодательств Казахстана и ЕС. Установлено, что законодательная база управления водными ресурсами ЕС и Казахстана – достаточная, концептуальные основы, близкие между собой, но имеются различия. В странах ЕС осуществляется пакетное управление водными ресурсами. Применяемые в Казахстане инструменты управления водными ресурсами требуют реформирования. Установлено, что в первую очередь необходимо совершенствование системы стандартов качества вод (СКВ-ПДК).

Ключевые слова: общность, различия, концепция, законодательство, Казахстан, Европейский Союз.

ANALYSIS OF THE CONCEPT OF WATER RESOURCES MANAGEMENT IN KAZAKHSTAN AND EU COUNTRIES AS AN OBLIGATORY STAGE FOR WATER LEGISLATION REFORM

Burlibaev M.Zh., Kaidarova R.K., Burlibayeva D.M.

Kazakhstan Agency of Applied Ecology, Almaty, Kazakhstan

e-mail: mburlibayev@kape.kz

Abstract. The analysis of water legislations of Kazakhstan and the EU is carried out. It is found that the legislative framework of water resources management in EU and Kazakhstan is sufficient, the conceptual bases are similar, but there are differences. The EU countries conduct a packet-driven management of water resources. Water management, performed in Kazakhstan, requires a reform. It is found that the improvement of the system of water quality standards (WQS-MPC) is especially called for.

Keywords: similarity, differences, concept, legislation, Kazakhstan, the European Union

В Казахстане, также как и во всех странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии (ВЕКЦА) начались реализовываться программы по реформированию водоохранного законодательства с учетом европейских, международных требований.

Как показали наши оценки – начальным и обязательным этапом этих процессов является глубокое изучение концепции управления водными ресурсами в ЕС и Казахстане и определение общности, различия методом сравнительного анализа. Аналогичные оценки выполнены в России, Украине, Молдове, Белоруссии.

Анализ концепций нами выполнен по основным инструментам экологической политики (ИЭП) как законодательство, цели достижения, интегрированное управление водными ресурсами, система и состав мониторинга, регистры охраняемых территорий, экономические механизмы

управления, бассейновые планы, программы, управление водными ресурсами. Оценки приведены ниже.

1. Законодательство

1.1. Казахстан

Водный Кодекс РК, 2003 г. с дополнениями, изменениями по состоянию на 27.02.2017 г.;

Экологический кодекс РК, 2007г. с дополнениями, изменениями по состоянию на 28.04.2016 г.;

Концепция развития водного сектора экономики и водохозяйственной политики РК до 2010 г., одобренная постановлением Правительства РК №71 от 21.02.2002 г.

Концепция экологической безопасности РК на 2014-2015 гг., одобренная Указом Президента РК №1241 от 03.12.2003 г.,

Соглашение между Правительством РК и Парламентом ООН по проекту «ННП ИУВР», утвержден постановлением Правительства РК № 978 от 11.10.2006 г.;

Стратегия Казахстана – 2030, том 5. Экология и природные ресурсы;

Стратегия Казахстана – 2050;

Концепция реформирования законодательства в области охраны окружающей среды, одобренная протокольным решением Правительства РК от 26.04.2005 г.;

Закон РК №361-II от 04.12.2002 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» по состоянию на 04.12.2008г.;

Кодекс РК «О здоровье народа и системе здравоохранения» с дополнениями, изменениями по состоянию на 27.02.2017 г.;

Постановление Правительства РК №75 от 23.01.2004 г. «Об утверждении Правил отнесения водного объекта к источникам питьевого водоснабжения»;

Постановление Правительства РК №456 от 13.05.2008 г. «Об утверждении Технического регламента «Требования к безопасности питьевой воды для населения»;

Приказ МЗ РК №506 от 28.06.2004 г. «Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил и норм по хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования»;

Приказ Главного санитарного врача РК №11 от 15.12.1997 г. «О признании на территории РК нормативных документов санитарного законодательства РФ».

Экологические требования при ведении хозяйственной деятельности на водных объектах и их водоохраных зонах и полосах, МООС РК, Астана-Алматы, 2005 г.

Государственная программа управления водными ресурсами Казахстана, утвержденная Указом Президента РК от 04 апреля 2014 года №796.

1.2. ЕС

Директива Европейского Парламента и Совета Европейского союза №2000/60/ЕС от 23 октября 2000 г., устанавливающая основы для деятельности Сообщества в области водной политики (РДВ 2000/60/ЕС) (с последними изменениями согласно Директиве №2008/32/ЕС от 11.03.2008 г.);

Директива Совета 76/160/ЕЕС (измененная и дополненная Директивой 2006/7/ЕС) о качестве воды, предназначенной для купания;

Директива Совета 76/464/ЕЕС о загрязнениях, вызванных отводом некоторых ОВ в водоемы;

Директива Совета 78/659/ЕС (измененная и дополненная Директивой Совета 91/692/ЕЕС) о качестве пресных вод, нуждающихся в охране или улучшении с целью поддержания жизни рыб;

Директива Совета 79/923/ЕС о качестве водоемов, в которых обитают панцирные животные (моллюски, раки и пр.) (измененная и дополненная Директивой Совета 91/692/ЕЕС);

Директива Совета 80/68/1979 о защите грунтовых вод от загрязнения определенными опасными веществами.

Директива Совета 80/778/ЕЕС в отношении качества воды, предназначенной для потребления населением.

Директива Совета 86/280/ЕЕС о ПДЗ и качественных показателях сбросов ОВ.

Директива Совета 91/271/ЕЕС об очистке городских стоков.

Директива Совета 96/15/ЕС о комплексном предотвращении и контроле загрязнений.

2. Цели достижения

2.1. Казахстан

Достижение и поддержание экологически безопасного и экономически оптимального уровня водопользования и охраны водного фонда, водоснабжения и водоотведения для сохранения и улучшения жизненных условий населения и окружающей среды (*Водный кодекс (ВК) РК, Ст. 3*).

Достижение баланса экологических, социальных, экономических и политических аспектов развития Республики Казахстан, как основа повышения качества жизни и обеспечения конкурентоспособности страны в долгосрочной перспективе (*Концепция устойчивого развития, Ст. 2.2*).

Обеспечение водной безопасности Республики Казахстан путем повышения эффективности управления водными ресурсами (*Госпрограмма управления водными ресурсами Казахстан, 2014 г.*)

2.2. ЕС

Обеспечение охраны, улучшения и восстановления всех поверхностных водных объектов имея целью к 2015 г. достижения хорошего состояния (*Рамочная директива по воде (РДВ), Ст. 4*). «Хорошее состояние поверхностных вод» включает два понятия – «хорошее экологическое состояние» – оцениваемое биологическими, гидрологическими, химическими характеристиками и «хорошее химическое состояние» – оцениваемое соответствием всем европейским стандартам качества вод для всех видов химических веществ (*РДВ, Ст. 2, Прил. V*).

3. Интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР)

3.1 Казахстан

По системе ИУВР в Казахстане наработан достаточный опыт. Внедрение ИУВР осуществляется в соответствии с стратегическими, структурными, методическими и другими требованиями водной политики ЕС. Законодательной основой внедрения ИУВР является Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Программой развития Организации Объединенных Наций по проекту «Национальный план по ИУВР и водоснабжению для РК», утвержденное постановлением Правительства РК от 11.10.2006 г. № 978. В рамках этого проекта ООН разработан Национальный план по ИУВР и повышению эффективности водопользования на 2009-2025 гг., который внесен на рассмотрение Президента РК постановлением Правительства РК от 28.01.2009 г. №67.

Ключевая роль в управлении водными ресурсами отведена уполномоченному органу в области использования и охраны водного фонда Комитету по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан (КВР МСХ РК) и его региональным бассейновым водохозяйственным инспекциям (БВИ). Практически во всех речных бассейнах созданы Бассейновые советы (БС), которые должны обеспечить ИУВР на уровне речного бассейна с активным вовлечением заинтересованных сторон в управлении.

Создание приемлемых институциональных структур для достижения управления водными ресурсами на уровне речных бассейнов представляет для Казахстана, так же, как и для ЕС, сложную задачу.

Национальным Планом предусмотрена на первом этапе (2009-2011 гг.) реализация Этапа I «Определение основного направления институционального усиления уполномоченного органа и укрепления роли БС – как основного органа взаимодействия органов управления водными ресурсами, водопользователей и общественности в целях эффективного использования водных ресурсов. К настоящему времени в рамках программ ИУВР различными донорскими организациями разработаны ряд программ действий по улучшению качества вод, по мониторингу и оценке, по

регулированию русла рек для бассейнов рек Иртыш, Сырдарья, Нура-Ишим, Тобол, Шу-Талас, Или-Балхаш.

3.2.ЕС

Интегрированное управление водными ресурсами в границах водного бассейна осуществляется с созданием специального государственного органа управления. Бассейновый подход позволяет оценить всю деятельность, способную повлиять на водные ресурсы, а также контролировать эту деятельность при помощи мер, специфичных для условий определенного речного бассейна (*РДВ, Ст. 3*). Для каждого речного бассейна должен быть составлен План управления речным бассейном (*РДВ, Ст. 13*).

Планы управления могут быть дополнены более детальными программами. Планы управления должны каждые 6 лет пересматриваться и содержать информации для поверхностных вод:

- изображение на карте месторасположения и границ водоемов;
- изображение экорегионов и типов вод в пределах речного бассейна;
- - определение исходных условий (*РДВ, Прил. VII*).

Определение (создание) приемлемых институциональных структур (организационно-управленческих) для достижения управления водными ресурсами на уровне речных бассейнов представляет собой одну из наиболее сложных задач.

4. Система и состав мониторинга

4.1. Казахстан

Государственный мониторинг водных объектов осуществляется уполномоченным органом в области охраны окружающей среды Министерством энергетики (МЭ) РК совместно с уполномоченным органом в области санитарно-эпидемиологического благополучия Министерством здравоохранения и социального развития (МЗиСР) РК, уполномоченным органом по изучению и использованию недр и включает систему регулярных наблюдений за гидрологическими, гидрогеологическими,

гидрохимическими, санитарно-гигиеническими, микробиологическими, токсикологическими показателями их состояния; сбор, обработку и передачу полученной информации в целях своевременного выявления процессов оценки и прогнозирования (*БК РК, Ст. 58, 59, 60*).

Осуществление контроля за источниками антропогенных воздействий на водные объекты в рамках проектов ОВОС и нормативов эмиссий (*Экологический кодекс (ЭК) РК, Ст. 25–28, 35, 38*).

Осуществляется физическими и юридическими лицами, имеющими лицензию на выполнение работ и оказание услуг в области охраны окружающей среды.

Проведение экономической оценки ущерба от загрязнения водных ресурсов сверх установленных нормативов определяется уполномоченным органом МЭ РК (*ЭК РК, Ст.108–110*).

4.2. ЕС

Утверждена необходимость проведения мониторинговых наблюдений по изучению и оценке состояния и использования водных ресурсов каждого водного бассейна и источников антропогенного воздействия на водные объекты. Мониторинг включает мониторинг всех видов вод (поверхностных и грунтовых) на предмет количества и качества вод в режиме оперативном, научном. Проведение экологического анализа водопользования (*РДВ, Ст. 5, 8, Прил. V*).

5. Регистры охраняемых территорий водоохраных зон

5.1. Казахстан

Установление водоохраных зон и полос в целях поддержания водных объектов и водохозяйственных сооружений в состоянии, соответствующем экологическим нормам, для предотвращения загрязнения, засорения и истощения поверхностных вод, а также сохранения животного и растительного мира с особыми условиями пользования (*БК РК, Ст. 118*).

Водоохраные зоны включают территории, примыкающие к водным объектам и водохозяйственным сооружениям, на которых устанавливается специальный режим хозяйственной деятельности. Ширина водоохраных

зон по каждому берегу зависит от категории рек, условий хозяйственного использования и экологической обстановки (*постановление Правительства РК № 42 от 16.01.2004 г.*).

5.2. ЕС

Создание регистров охраняемых территорий, лежащих в каждом районе речного бассейна (*РДВ, Ст.6*). Регистры должны включать территории, предназначенные для забора воды для потребления населением, для охраны экономически важных водных объектов, водные объекты, предназначенные для отдыха, территории, подлежащие особой охране. Регистр является необходимой частью Плана управления речным бассейном (*РДВ, Прил. IV*).

6. Система стандартов качества поверхностных вод (СКПВ)

6.1 Казахстан

Экологическое состояние поверхностных водных объектов осуществляется двумя критериями: качество вод величинами ПДК_{рыб} (ПДК_{сан.-гиг}) и уровень загрязненности вод – значениями величин индекса загрязненности вод (ИЗВ). Практически все водные объекты РК классифицированы как водоемы рыбохозяйственные, регламентируются числовыми значениями ПДК_{рыб}.

Нормативные требования культурно-бытового водопользования, орошения, промышленности не учитываются при оценках экологического потенциала водного объекта.

6.2. ЕС

Принцип интеграции всех видов водопользования, параметров и стандартов количества и качества воды в единую систему. На основе классификации устанавливаются классы качества вод для различных категорий водопользования и на них накладываются национальные стандарты качества вод (СКВ) с числовыми значениями по химическим параметрам. Обязательным для всех стран ЕС является только Перечень Приоритетных веществ (*РДВ, Прил. V и X*).

7. Основы водопользования (лицензирование)

7.1 Казахстан

Осуществление водопользования на основе Разрешений на специальное водопользование из поверхностных и подземных вод РК и Разрешений на эмиссии сбросами сточных вод в водные и другие природные объекты. Нормативы эмиссии сбросами для каждой единицы источника (выпуска) предприятия-водопользователя, устанавливаются расчетным путем на основе обеспечения величин ПДК_{рыб.в} в контрольном створе и учета сформировавшегося фонового состояния (*ВК РК, Ст.66, ЭК РК Ст. 69-78*).

Целевые показатели качества вод (ЦПКВ) в качестве инструментов управления водными ресурсами пока не внедрены в практику водопользования, хотя все концептуальные и методические основы внедрения разработаны (*ЭК РК, Ст. 24*).

Нормативы ПДВВ как инструменты оценки допустимых внешних нагрузок на водный объект и допустимых изъятий речного стока (*ВК РК, Ст. 84*) разработаны для основных рек Казахстана и находятся на стадии утверждения в КВР МСХ РК.

7.2. ЕС

Осуществление водопользования лицензируется на основе установления ЦПКВ и предельно допустимых величин сбросов (ПДВС). Это комбинированный метод. В конкретной ситуации должен применяться наиболее жесткий из этих двух подходов. Например, вода, используемая для питьевых целей, подлежит более строгому контролю.

Установление ПДВС в водные объекты осуществляется на основе концепции наилучших существующих технологий НСТ (ВАТ) или с использованием подхода целевого качества (ЦКООС) (*РДВ, Ст.10, Директива Совета 96/61/ЕС от 24.09.96 и др.*)

8. Экономические механизмы регулирования

8.1 Казахстан

Экономическое регулирование водопользования осуществляется в основном платежами за загрязнение по большому числу загрязняющих веществ, налогами за использование водных ресурсов. Экономический механизм не стимулирует водопользователей на снижение загрязнения, так как средства не нацелены на решение конкретных экологических проблем, депонирование средств осуществляется в областном бюджете и имеет место нецелевое расходование средств.

8.2 ЕС

Применение принципа полного покрытия расходов по изучению, охране и воспроизводству водных ресурсов, восстановлению водных объектов за счет средств от платежей за водопользование и за загрязнение водных объектов (принцип «загрязнитель платит») (*РДВ, Ст. 9*).

9. Бассейновые Планы, Программы, участие общественности

9.1 Казахстан

Вовлечение водопользователей, органов местного самоуправления, общественности в процессы управления водными ресурсами осуществляется бассейновыми программами, а также при проведении общественных слушаний экологических проектов, таких как Оценка воздействий на окружающую среду (ОВОС).

9.2 ЕС

Адекватное вовлечение в процесс разработки, корректировки и реализации бассейновых Планов программ всех заинтересованных сторон, включая водопользователей, органы местного самоуправления и общественность (*РДВ, Ст. 14*)

10. Управление водными ресурсами

10.1 Казахстан

Управление водными ресурсами осуществляется на основе большого числа ПДК, дифференцированных по 2-м категориям водопользования: рыбохозяйственное – ПДК_{рыб.}, хозяйственно-питьевое – ПДК_{сан.-гиг.}

Все «опасные вещества», представляющие неприемлемый риск для окружающей среды, не выделены в отдельный Список приоритетных

веществ, а включены в общий список СанПиНа 3.02.003.04 и Перечень рыбохозяйственных ПДК.

10.2 ЕС

Управление водными ресурсами на основе установления класса качества воды по биологическим, физико-химическим и морфологическим показателям водного объекта и регулярного мониторинга за качеством воды по общепринятым химическим параметрам и показателям на основе Списка приоритетных веществ в водной сфере, содержащего 33 наименования приоритетных «опасных веществ», представляющих неприемлемый риск для окружающей водной среды (*РДВ, Прил. V и X*).

Общность и различия

Выполненный нами сравнительный анализ позволяет заключить, что:

- Законодательные базы управления водными ресурсами в ЕС и Казахстана достаточны, концептуальные положения близки между собой, но по ряду положений имеются различия.

- Директивой РДВ 2000/60/ЕС установлены сроки достижения целей – 2015 г., в казахстанском законодательстве целевые сроки не указаны.

- В странах ЕС осуществляется пакетное управление водными ресурсами по рекомендации Организаций экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) по системе ИЭП (инструментов экологической политики) с созданием стратегии и практики программ ИУВР.

- Несмотря на создание стратегии и практики ИУВР в Казахстане нет еще эффективной реализации программ действий. Первоочередными мероприятиями по достижению целей ИУВР должны стать реформирование и усиление организационной структуры КВР МСХ РК и его бассейновых инспекций.

Сложную задачу и для ЕС и Казахстана представляет создание приемлемых институциональных структур для достижения ИУВР на уровне речных бассейнов.

- Системы мониторинга за водными ресурсами в Казахстане и ЕС близки по своей сути, отличаются существенно по числу контролируемых показателей, составу, методам и частоте отбора и анализа проб.

- Сущность создания регистров охраняемых территорий, лежащих в каждом речном бассейне и водоохраных зон и полос в европейской водной Директиве и в национальном законодательстве Казахстана – практически одинаковы.

- Система стандартов качества поверхностных вод (СКПВ), принятая в ЕС, отличается от казахстанской методологией, принципами построений, оценками количественных показателей и их числовыми значениями. Требуется разработка методологии, способной максимально адаптировать европейские требования к казахстанским.

- Классификация водных объектов – как первый компонент системы стандартов качества поверхностных вод в ЕС и Казахстане отличаются концептуально, функционально, форматно и требуется их адаптирование.

- Использование комбинированных методов на основе наилучших технологий и предельно допустимых сбросов при осуществлении водопользования в ЕС позволяет балансировать, прогнозировать экономические и экологические аспекты управления водными ресурсами, что недостаточно в Казахстане при использовании нормативов ПДС на основе ПДК.

- Экономические инструменты управления водными ресурсами в Казахстане требуют реформирования системы платежей за загрязнения с переходом на принцип – плата должна равняться удельной стоимости очистки и регулирования систем «кратных платежей», принятых в ЕС.

- В Казахстане недостаточно обеспечены процессы обсуждения экологических проектов, Бассейновых Программ и Планов ИУВР с общественностью, водопользователями. Требуется усиление этих процессов.

ПРОБЛЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ГИПЕРГАЛИННЫХ ОЗЕР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Веснина Л.В.

Алтайский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», г. Барнаул, Россия

e-mail: artemia@alt.ru

Аннотация. Приведены методы регулирования водных биоресурсов (ВБР) гипергалинных озер РФ для сохранения вида и их использования для промышленной добычи (вылова). Проведение мониторинга сырьевых ресурсов ВБР способствует их прогнозированию с годичной заблаговременностью. К основным объектам исследований в гипергалинных водоемах относится жаброногий рачок *Artemia* Leach, 1819 и его цисты.

Ключевые слова: артемия, артемия (на стадии цист), «жилая» зона, мониторинг, водные биологические ресурсы, добыча (вылов), генерации, рекомендованные объемы вылова (РОВ)

PROBLEMS OF REGULATION AND MANAGEMENT OF WATER RESOURCES OF HYPERHALINE LAKES OF THE RUSSIAN FEDERATION

Vesnina L.V.

Altai branch of FSBI "Gosrybcenter", Barnaul, Russia

e-mail: artemia@alt.ru

Abstract. Methods for regulating aquatic bioresources (ABR) of hypersaline lakes of the Russian Federation for species conservation and commercial use are given. The monitoring of raw resources of the ABR facilitates their forecast with a one-year lead time. The main objects of research in hypersaline reservoirs include the branchiopod crustacean *Artemia* Leach, 1819 and its cysts.

Keywords: artemia, artemia (cyst stage), "living" zone, monitoring, aquatic bioresources, harvesting (catching), generation, recommended capture level (RCL)

Главным принципом использования любого биологического ресурса является сохранение его естественного воспроизводства и его регулирования в каждом биотопе. Существует мнение, что промышленная заготовка таких животных с коротким циклом развития, как рачок артемия, возможна без расчета доли возможного вылова; в этом случае промысел лимитируется экономическими факторами, когда при низкой численности ресурса он становится нерентабельным и прекращается. Подобная точка зрения превалирует у зарубежных экологов и может быть принята только для промысла животных с относительно равномерным распределением по акватории.

Кроме того, у животных, а у водных беспозвоночных особенно, численность популяции, а, следовательно, и объем их полезного ресурса, регулируется как биолого-генетическими, так и климатическими факторами, которые могут в отдельные годы значительно снижать эффективность воспроизводства. Показатели репродукции рачка *Artemia* Leach, 1819 обусловлены особенностями биоты водоема (термический, газовый, солевой,

уровенный режимы, развитие бактерио- и фитопланктона) и подвержены значительным многолетним колебаниям.

В условиях сверх меры интенсивного промысла эти факторы могут способствовать временной потере озером промыслового значения. Добыча (вылов) артемии и ее цист является, по Р. Уиттекеру (1980) [1], «типичным отбором эксплуатации в среде, в которой чередуются благоприятные и неблагоприятные условия и которая, соответственно, в меньшей степени занята другими видами». В таких случаях стабильность популяции достигается путем регулирования объема добычи (вылова).

Материалы и методы

1. Гидробиологическая съемка на гипергалинных озерах, где проводится мониторинг, осуществляется ежегодно в период с апреля по октябрь через каждые 15–20 дней. Для оценки первой генерации рачка артемии в гипергалинных озерах юга Западной Сибири гидробиологические работы проводили в последнюю декаду апреля.

2. Сбор гидробиологического материала проводили на постоянных станциях наблюдения, определяемых при помощи GPS-навигатора. Для каждого водоема определяли оптимальное количество станций в зависимости от площади и конфигурации береговой линии, разрабатывали схему станций с нанесением на план озера. Станции расположены в разных частях и биотопах озера.

3. Отбор проб зоопланктона на водоемах со средней глубиной менее 3 м на каждой станции осуществляли количественной сетью Апштейна с размером ячеек №46–52, входным отверстием 25 см тотально, путем протягивания от дна до поверхности. На глубоководном озере (средняя глубина более 3 м) отбор проб проводили большой планктонной сетью диаметром 50 см тотальным обловом с зафиксированных скважин (станций) глубоководной части озера, условно разбитых на транссекты через установленные промежутки (2 м), т.е. по разрезам 0–2,0–4,0–6,0–8,0 м или на тех же разрезах планктоночерпателем Дьяченко. Пробы фиксировали 4 %-м формалином.

4. На каждой станции ежемесячно измеряли прозрачность воды по диску Секки диаметром 20 см; температуру воды в поверхностном слое и на максимальных глубинах, температуру воздуха, минерализацию воды с помощью оптического прибора – рефрактометра.

Для оценки условий среды обитания использовали также гидрометеорологические данные (уровень воды, количество осадков, температура воздуха, направление и сила ветра).

5. Для морфометрических исследований рачков артемии и определения плодовитости овулятивных самок использовали живой материал. Ежемесячно (июнь-сентябрь) отбирали 25–30 половозрелых особей, которые измеряли под биноклем МБС-10, оборудованным окуляр-микрометром. При определении плодовитости отмечали качественное содержимое яйцевого мешка, подсчитывали количество эмбрионов, измерять их диаметр.

6. Обработку материала по зоопланктону проводили в камере Богорова под биноклем МБС–10, оборудованным окуляр-микрометром. Проба разводилась до необходимого объема и шпатель-пипеткой отбирали 3мл, где просчитывали все содержимое с выделением категорий: ортонауплии; метанауплии (I–IV личиночной стадии); ювенильные особи (V–XII личиночной стадии); предвзрослые особи (взрослые формы в не репродуктивной фазе); взрослые самки (отмечали репродуктивную активность) и самцы. Различали также летние тонкоскорлуповые яйца и диапаузирующие (цисты), отмечали степень их гидратации. Количество взрослых особей просчитывали во всем объеме пробы. Численность рачков всех стадий развития и яиц пересчитывали на объем 1м³. При расчетах численных характеристик учитывали агрегированность и наличие скоплений биоресурса при каждом конкретном исследовании, что позволило избежать завышения или занижения объемов добычи (вылова).

7. Индивидуальная масса возрастных групп для расчета биомассы определялась прямым взвешиванием на электронных весах с дискретностью показаний от 0,0001 до 1,0 г.

8. Объем «жилой» зоны самок и цист не может определяться однозначными строгими нормативами на озерах различного

гидрологического типа и в конкретных условиях водности года промысла. Специалистам-гидробиологам при расчетах предоставляется право самостоятельно определять «жилую» зону для каждого конкретного расчета.

Результаты. Мониторинг – это система организованных, периодически повторяемых наблюдений одного или более элементов окружающей среды в пространстве и во времени с определенными целями в соответствии с заранее подготовленной программой [2]. Объектом биомониторинга являются биологические системы или отдельные их составляющие, а также факторы среды, воздействующие на них. Главное значение в биомониторинге приобретают не антропогенные загрязнения или другие виды вторжения в экосистемы, и даже не нарушения их среды, а разносторонние биологические отклики, вызванные в гидробионтах изменениями среды обитания [3].

Гидробиологический мониторинг, как один из видов биомониторинга, способен решать 6 главных задач:

1. Определять совокупный эффект комбинированного действия антропогенных факторов на популяцию рачка артемии;
2. Устанавливать экологическое состояние водоемов и экологические последствия влияния антропогенных факторов;
3. Определять направление (тренд) изменения структуры популяции рачка артемии в условиях добычи (вылова) цист;
4. Оценивать качество поверхностных вод и донных отложений как среды обитания гидробионтов;
5. Проводить оценку трофических свойств водоема;
6. Устанавливать возможность возникновения вторичного загрязнения.

При планировке гидробиологического мониторинга следует учитывать его непосредственное влияние на перспективу хозяйственного использования биоресурса, на объемы возможной его добычи (вылова), а также значение мониторинга при обосновании мелиоративных и охранных мероприятий. Прикладное значение мониторинга представляет особый интерес при рациональном природопользовании.

Гидробиологический мониторинг проводится на популяционном и биоценотическом уровнях экосистемы; т.е. служба мониторинга основана на изучении биоценозов, их динамики во времени и пространстве, что позволит установить определяющие и лимитирующие факторы развития экосистемы.

Основными приемами сбора и получения необходимой для гидробиологического мониторинга информации являются наблюдение и эксперимент. При планировании работ должен обязательно учитываться принцип получения максимума информации при минимальных затратах; мониторинговые наблюдения не следует загромождать второстепенными фактами. На основе прямых наблюдений *in situ* реализуется диагностический мониторинг (**ДИМОН**), или "блок состояния" в разрабатываемой краевой системе **ЕГСЭМ**, позволяющий на основе полученной информации выявить **основные тенденции** в изменении экосистемы. В этом виде мониторинга принята система одновременной регистрации характеристик, относящихся к воздействию фактору и его отклику в экосистеме, что обеспечивает их "привязку" друг к другу (осуществляется принцип "сращивания" информации). Второй вид мониторинга - прогностический (**ПРОМОН**), или блок "оценки и прогнозирования", проводимый на основе уже имеющейся многолетней информации по ДИМОН и после определения главных действующих факторов в экосистеме. В прогностическом мониторинге методом многофакторного анализа определяются **биологические последствия** влияния факторов и реально существующих тенденций в исследуемой экосистеме.

При накоплении данных по программе ДИМОН в течение пяти-семи лет по методике ПРОМОН можно получить анализ влияния отдельных сторон антропогенной деятельности на акватории (в частности, добыча (вылов) цист артемии, нарушения прибрежной полосы при разработке залежей песка, загрязнения акватории и др.) как на экосистему озера в целом, так и на отдельные ее составляющие, которые представляют особый интерес в формировании грязевых отложений, сохранении стабильности экосистемы озера в условиях антропогенной нагрузки и сохранении самоочищения рапы.

В системе ДИМОН главным системным объектом выбран планктонный жаброногий рачок *Artemia* Leach, 1819. При выборе показателей биомониторинга частично использована система БИОСТОРЕТ, широко распространенная в мировой практике [4]. В ее основу заложены характеристики трех элементов экосистемы озера:

1. Показатели продуктивности тест-объекта исследуемой системы – артемии (общая численность и биомасса, общий запас цист, соотношение максимальной и минимальной длин тела половозрелых самок);
2. Показатели структуры экосистемы (число видов, численность половозрелых рачков, соотношение полов, плодовитость);
3. Показатели метаболизма сообщества (валовая первичная продукция, чистая продукция, деструкция органического вещества, стабильность сообщества).

Предложенная система биомониторинга дополнена оценкой устойчивости ее отдельных показателей и стабильности всей экосистемы. Под устойчивостью принимается способность экосистемы или отдельных ее составляющих поддерживать постоянство своего состояния, устойчивость позволяет также оценить амплитуду допустимых изменений от действия внешних возмущений, при которых она способна возвратиться к исходному состоянию. Устойчивость структурных (S_c) и функциональных (S_ϕ) характеристик экосистемы определяется средним значением отклонений измеряемой (наблюдаемой) величины относительно их среднего значения [5]. Устойчивость экосистемы в целом (S) определяется средней величиной суммы устойчивости ее отдельных составляющих. Обычно принимают, что при $S_i=0$ фиксируется максимальная устойчивость исследуемого объекта экосистемы, по мере увеличения значения S_i или S , их приближения к 1 устойчивость исследуемой величины или экосистемы в целом нарушается.

$$S_i = (K_s - K_i) / K_s$$

где: S_i – устойчивость переменной величины;

K_s – среднее значение переменной величины;

K_i – значение переменной величины по датам, станциям.

Как меру гомеостаза экосистемы можно также использовать значение стабильности G :

$$G = I - S_{\phi} / S_c \text{ (при условии } S_c > S_{\phi})$$

где: S_{ϕ} – устойчивость функциональных показателей;

S_c – устойчивость структурных показателей.

Оба показателя устойчивости экосистемы озера и состояния популяции рачка артемия могут быть репрезентативны при наличии значительного ряда лет наблюдений, т.е. при наличии обширной базы данных мониторинга.

Кроме системных показателей, для характеристики условий формирования биоты используются данные по уровенному и температурному режимам, общему солевому составу рапы, прозрачности воды, окисляемости и некоторым другим показателям абиотической среды.

Полученные в результате наблюдений данные по численности и биомассе рачков объединены в группировки по датам, составляющие биологические сезоны года (весна, лето и осень). Эти сгруппированные данные характеризуют временную динамику мониторинга. По отдельным датам показатели сгруппированы по отдельным наиболее характерным станциям наблюдения и отражают аквариальную динамику мониторинга.

По результатам мониторинговых исследований гипергалинных озер были разработаны, в качестве отдельного приложения, аннотированные таблицы, характеризующие абиотические условия формирования биоты, структуру популяции артемии и некоторые функциональные показатели экосистемы.

Оценка запасов зимних диапаузирующих яиц рачка артемии базируется на двух методах. Первый метод основан на использовании учетных площадок (гидробиологической съемки ресурса), второй – на использовании результатов добычи (вылова) биоресурса в прошлых промысловых сезонах (биостатистический метод). Применение обоих методов сопряжено с известными трудностями, влияющими на репрезентативность определения запаса ресурса и объема его добычи (вылова).

Определение величины запаса биоресурса по учетным съемкам сопряжено с рядом трудностей, которые для рачка артемии выражаются в

затруднении определения их численности при контрольном облове, проводимом планктонной сетью в условиях высокой плотности воды. За период траления рапы все рачки не успевают опуститься в контрольный стаканчик сетки, т.к. плотная рапа не позволяет профильтровать необходимый объем пробы и рачки, находящиеся в верхних слоях столба рапы, выходят за пределы облавливаемого слоя. Как правило, искажение результатов съемки увеличивается с глубиной анализируемого слоя рапы.

Определение величины запаса цист рачка биостатистическими методами затруднено отсутствием достоверной статистики объемов ежегодной добычи (вылова) ресурса, значительная часть которого забирается незаконным способом (ННН–промысел). Применение способа оценки запаса на основе статистических данных возможно на стадии предварительного прогноза с обязательным учетом тренда состояния сырьевой базы озера по фактическим объемам добычи (вылова) в последние три-пять лет и с учетом анализа условий развития популяции в год заготовки.

Действующая методика прогнозного обеспечения добычи (вылова) цист в гипергалинных озерах Западной Сибири определяет в натуральном выражении объем потенциальной продукции цист артемии – общий запас и его части – промыслового запаса или рекомендованного объема вылова, которую можно изъять из общего запаса без ущерба воспроизводству рачка. Промысловый запас артемии определяют на основании гидробиологических исследований, результатом которых становятся средние численные характеристики половозрелой части стада, соотношения полов, плодовитости, средней массы нативного яйца, численности свободноплавающих цист и характеристика цист, выброшенных в литораль. Указанные выше численные показатели позволяют оценить общий запас на дату исследования, который в условиях конкретной экосистемы может быстро изменяться как в сторону увеличения (созревание нового поколения самок, увеличение их плодовитости при улучшении условий обитания и др.), так и в сторону уменьшения (выброс цист в литораль и их замывание при сильном ветре, опускание цист на дно, потеря ими плавучести и др.).

Для расчета для мелководных водоемов объем «жилой» зоны рассчитывают с использованием средней глубины и площади акватории с учетом условий водности. Для глубоководного озера характерно неравномерное послойное распределение рачков и цист. Для расчета общих запасов диапаузирующих яиц наибольшее значение имеет слой 0-2,0 м, при этом необходимо учитывать процессы поднятия цист в июне–июле и максимальную их численность в августе. Для процесса промышленной добычи (вылова) сырья цист артемии наиболее благоприятными являются июль, и период с начала сентября до середины октября. Однако сроки могут колебаться в зависимости от гидрологических и метеорологических условий конкретного года [6].

Подсчет общих запасов цист выполняется по числу свободноплавающих цист и по числу цист, находящихся в овисаках самок. **При расчетах принимаются во внимания только диапаузирующие яйца (цисты), исключая тонкоскорлуповые летние.**

В предлагаемом определении промысловых запасов и рекомендованного объема вылова (РОВ) артемии (на стадии цист) **не принимаются во внимание *бентосные цисты и выбросы цист на прилегающей прибрежной полосе.*** Промысловые скопления цист не могут образоваться на дне водоема, где они скапливаются при изменении гидростатических свойств (плавучести) в виде диффузного облака различной формы и вступают в контакт с солевыми отложениями и илом. Заиленные цисты или цисты, находящиеся под гнетом солевого осадка не доступны для промысла, учет их численности ведет к завышению объема добычи (вылова). При изменении гидрологических условий и высвобождению резерва бентосных цист, их численность учитывается в планктонных пробах, а значит и при расчете запасов. Выброшенные на мелководья литорали или прилегающую прибрежную полосу планктонные цисты артемии также учитываются в планктонных пробах. Объемы и размеры береговых выбросов на водоемах с развитой литоралью достигают значительных размеров, которые зачастую невозможно измерить линейными величинами. При этом чистота такого биосырья не превышает 10% [7].

Кроме общих запасов необходимо оценивать долю возможного изъятия ресурса без нанесения вреда популяции [8]. Математически доказан рекомендованный объем вылова в размере 40% для малых озер, 50% для средних и 60% – для крупных [9–11]. В процессе сбора биосырья содержит значительное количество примесей, в качестве которых присутствуют скорлупа, растительные и животные остатки, нежизнеспособные цисты, вода и неорганические примеси. Поэтому необходима корректировка объемов добычи (вылова) артемии (на стадии цист) с учетом фактической влажности и чистоты биосырья [12].

В процессе определения общих запасов и РОВ необходимо учитывать категорию водоема, т.к. количество генераций в разнотипных водоемах варьирует от 1 до 4. В малых озерах второй категории наблюдается 1–2 генерации, в таких водоемах промысловое значение могут иметь выбросы цист уже после первого поколения рачка (июнь-июль, в составе выбросов присутствуют в основном диапаузирующие яйца, летние тонкоскорлуповые яйца либо отсутствуют, либо их доля незначительна). В водоемах первой категории количество генераций 2–3, промысловое значение имеют выбросы в период июль-сентябрь в зависимости от условий среды.

В водоемах высшей категории наблюдаются наиболее стабильные условия среды, благоприятные для развития 3–4 генераций. Четвертая генерация в зависимости от условий конкретного года может не достигать половой зрелости или становиться овулятивной частично. В таких водоемах в период апрель – июнь большая часть яиц (более 70%) находится в гидратированном состоянии, наблюдается процесс выклева науплий. Для заготовки биосырья такого качества не представляет интерес, переработка весенних цист требует дальнейшей разработки [13]. Для определения РОВ диапаузирующих яиц (цист) имеют значения выбросы второй-третьей генерации рачков (июль-сентябрь), когда доля дегидратированных цист превышает 50–60%. Для уточнения РОВ необходимо учитывать тренд среднесезонных показателей биомассы половозрелой части популяции, свободноплавающих цист и объема фактической добычи (вылова) артемии (на стадии цист) за последние 3–5 лет [14].

Заключение. В гипергалинных озерах основу промышленной добычи (вылова) ВБР составляет артемия (на стадии цист). Для сохранения и регулирования этого водного биоресурса необходимо проведение мониторинговых исследований. Предлагаются основные методические подходы оценки запасов и объемов вылова (добычи) с учетом абиотических и биотических факторов.

Литература

1. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. – М.: Прогресс, 1980. – 327 с.
2. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – М.: Гидрометеиздат, 1984. – 560 с.
3. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология особи, популяции и сообщества. – М.: Мир, 1989. – Т.2. – 478 с.
4. Богатова И.Б., Гусев Е.Е., Шмакова З.И. Рекомендации по круглогодичному получению стартового живого корма (науплиусов *Artemia Salina* (L.)) для личинок рыб. – М.: ВНИИПРХ, 1986. – 22 с.
5. Федоров В.Д., Соколова С.А. Опыт оценки устойчивости водной экосистемы // Гидробиол. журн. – 1973. – Т.9, вып. 2. – С. 11-15.
6. Веснина Л.В., Пермякова Г.В. Динамика численности и особенности распределения разновозрастных особей жаброногого рачка рода *Artemia* Leach, 1819 в глубоководном озере Большое Яровое Алтайского края // Вестник Томского гос. ун-та. – 2013. – №1(21) – С. 89-102.
7. Веснина Л.В. Биологическая продуктивность и перспективы освоения гипергалинных озер Сибири // «О развитии рыбохозяйственного комплекса Сибири»: материалы окружного совещания. – Новосибирск, 2011. – С. 61-71.
8. Новоселов В.А., Студеникина Т.Л. Прогноз возможной заготовки водных беспозвоночных как неперемнная составная часть рационального использования их сырьевой базы // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири. – Томск: ТГУ, 1996. – С.51-52.
9. Джефферс Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии: пер. с англ. под ред. и с предисл. Ю.М. Сирежева. – М.: Мир, 1981. – 256 с.
10. Студеникина Т.Л. Методика определения запасов артемий / Т.Л. Студеникина // Рыбопродуктивность озер Западной Сибири. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – С. 160-164.
11. Соловов В.П., Студеникина Т.Л. Особенности динамики численности популяции жаброногого рачка *Artemia salina* (L.) в озерах юга Западной Сибири и перспективы использования его ресурсов // Гидробиол. журн. – 1992. – Т. 28. – №2. – С. 33-41.
12. Веснина Л.В., Ронжина Т.О. Методика контрольного взвешивания цист рачка *Artemia* Leach, 1819 и корректировка квоты их вылова с учетом фактической влажности и чистоты биосырья. – Новосибирск, 2014. – 24 с.
13. Соловов В.П., Подуровский М.А., Ясученя Т.Л. Жаброног артемия: история и перспективы использования ресурсов: монография. – Барнаул: Алт. полиграф. комбинат, 2001. – 144 с.
14. Методические указания по определению общих допустимых уловов (ОДУ) цист жаброногого рачка ARTEMIA. – Тюмень, 2002. – 25 с.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И ПРОБЛЕМЫ УСТАНОВЛЕНИЯ
ГРАНИЦ ВОДООХРАННЫХ ЗОН И ПРИБРЕЖНЫХ ЗАЩИТНЫХ
ПОЛОС ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Жерелина И.В., Аношина О.Д.

ООО «Центр инженерных технологий», г. Барнаул, Россия

e-mail: zherelina@mail.ru

Аннотация. На основе опыта по установлению границ водоохранных зон и прибрежных защитных полос водных объектов Сибири (только за последние 3 года такие границы установлены для 145 водных объектов, протекающих в 242 населенных пунктах, в том числе 12 городах, суммарной протяженностью 2873,5 км) изложены основные применяемые методические подходы в рамках действующего водного законодательства. Обозначены наиболее важные проблемы, с которыми сталкиваются исполнители работ на практике.

Ключевые слова: береговая линия, водоохранная зона, прибрежная защитная полоса.

**METHODOLOGICAL APPROACHES AND CHALLENGES OF ESTABLISHING
BORDERS OF WATER PROTECTION ZONES AND PROTECTED SHORELINE
BELTS OF WATER BODIES**

Zherelina I. V., Anoshina O. D.

"Center for Engineering Technologies" Company, Barnaul, Russia

e-mail: zherelina@mail.ru

Abstract. Based on the experience of the establishment of borders of water protection zones and protected shoreline belts of water bodies of Siberia (in the last 3 years, the borders were established for 145 water bodies, occurring in 242 settlements, including 12 cities with a total length of 2873.5 km), the main methodological approaches, applied in the framework of the current water legislation, are given. The most important problems the investigators face are presented.

Keywords: coastline, water protection zone, protected shoreline belts

Впервые понятие «водоохранная зона» было введено в практику водных отношений в 1972 году статьей 91 первого Водного кодекса РСФСР. Спустя 17 лет постановлением Совета Министров РСФСР от 17.03.1989 № 91 утверждено «Положение о водоохранных зонах (полосах) рек, озер и водохранилищ в Российской Федерации», которое действовало до 1996 года. В этот период водоохранная зона (далее – ВЗ) устанавливалась для рек и озер от среднемноголетнего уреза воды в летний период, а для водохранилищ – от нормального подпорного уровня (далее – НПУ). При этом в состав ВЗ включались поймы рек, надпойменные террасы, бровки и крутые склоны коренных берегов, а также балки и овраги, непосредственно впадающие в речную долину или озерную котловину. Размеры ВЗ и прибрежных полос наряду с учетом физико-географических, почвенных, гидрологических и других условий определялись также интересами всех водопользователей. Законодательно устанавливалась только минимальная ширина ВЗ, которая

изменялась от истока вдоль реки от 15 до 500 м, а для озер и водохранилищ в зависимости от площади акватории – от 300 до 500 м. Минимальная ширина прибрежных полос устанавливалась с учетом прогноза переработки берегов за десятилетний период, крутизны прилегающих склонов, вида угодий и изменялась от 15 до 100 м.

В 1995 году вступил в силу новый Водный кодекс РФ от 16.11.1995 № 167-ФЗ, в котором сохранено понятие «водоохранная зона» и введено понятие «прибрежная защитная полоса» (далее – ПЗП) взамен ранее применяемого «прибрежная зона». В развитие этой статьи постановлением Правительства РФ от 23.11.1996 г. № 1404 утверждено «Положение о водоохраных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах». В этом документе расширен перечень водных объектов, для которых устанавливаются ВЗ и ПЗП за счет включения морей, болот и каналов, сохранена возможность установления размеров и границ ВЗ и ПЗП, а также режима их использования исходя из физико-географических, почвенных, гидрологических и других условий с учетом прогноза изменения береговой линии водных объектов. Аналогичным остался принцип установления минимальной ширины ВЗ для участков рек от истока до устья (50–500 м), для озер и водохранилищ от площади акватории (300–500 м) и ширины ПЗП от уклона склонов и вида использования угодий, прилегающих к водному объекту территорий (15–100 м). По сравнению с предыдущими правовыми нормами расширился перечень запрещенных видов деятельности в границах ВЗ и ПЗП.

Заметно изменились правила установления ВЗ и ПЗП с вступлением в силу Водного кодекса РФ от 03.06.2006 № 74-ФЗ. Не останавливаясь подробно на анализе положительных и отрицательных сторон принятых нововведений в отношении существовавшего практического установления ВЗ и ПЗП [4, 5], отметим только основные моменты: ВЗ стала измеряться от береговой линии (границы водного объекта), определяемой для реки, ручья, канала, озера, обводненного карьера по среднегодовому уровню вод в

период, когда они не покрыты льдом (ст. 5); ее максимальная ширина для водотока сократилась до 200 м и теперь назначается в зависимости от его протяженности; сокращена и ширина ВЗ озер до 50 м; ширина ПЗП устанавливается без учета вида угодий, расположенных на прилегающих к водному объекту территориях; существенно сокращен и перечень запрещенных видов деятельности в границах ВЗ и ПЗП (ст. 65).

По сравнению с водным законодательством 1980-х – начала 2000-х годов в настоящее время установление границ ВЗ упорядочено. Однако в связи с тем, что их нормативная ширина нередко не включает даже пойму, ВЗ по сути перестали выполнять свои функции по защите водных объектов от загрязнения, засорения и истощения. Если ранее дискуссионными являлись методические подходы для определения границ ВЗ (нормативно-правовой или ландшафтно-гидрологический подходы, экотонная концепция и др.), то в настоящее время основные сложности создает несогласованность норм отраслевого законодательства.

В этой связи в статье рассмотрены преимущественно нормативные правовые проблемы установления границ ВЗ и ПЗП, в рамках современного в значительной степени формализованного подхода, и предложены возможные пути их решения исходя из многолетнего опыта работы в этой области.

Определение береговой линии (границы водного объекта) (далее – БЛ)

В соответствии с п. 3 ст. 65 Водного кодекса РФ, за пределами территорий городов и других населенных пунктов, ширина ВЗ ручьев, каналов, озер и ширина их ПЗП измеряется от местоположения соответствующей БЛ. Пунктом 4 ст. 5 Водного кодекса РФ БЛ определяется для реки, ручья, канала, озера, обводненного карьера по среднемноголетнему уровню вод в период, когда они не покрыты льдом. Такое понятие не содержится в правилах гидрологических расчетов [2], при этом обозначает продолжительность периода ледовых явлений для водотоков и влияет на точность расчетов среднемноголетних уровней воды.

В 2009 году методическими рекомендациями Государственного гидрологического института разъяснено, что при определении среднесноголетнего уровня вод в период, когда водные объекты не покрыты льдом следует руководствоваться методикой расчета уровня воды за безледоставный период [3]. Этот период определяется с даты начала до даты окончания ледостава. Трудности связаны с установлением окончания ледостава, за которое принимается первый день наступления весенних ледовых явлений – ледохода, шугохода, подвижек и др. При отсутствии весеннего ледохода в практике Росгидромета за начало разрушения льда принимается появление закраин, промоин, течение воды поверх льда. На реках с неустойчивым ледоставом или ледоставом с полыньями в течение зимы весь зимний период включается в расчетный период (когда река не покрыта льдом). В таких случаях выбор даты начала разрушения льда определяется предпочтениями специалиста, выполняющего расчеты. Указанные выше причины приводят к недостоверности расчета отметок БЛ. В практической гидрологии однозначно трактуется только понятие «период открытого русла», которое логичнее было бы использовать при определении БЛ.

Далее в постановлении Правительства РФ от 29.04.2016 № 377 под определением местоположения БЛ понимается установление местоположения БЛ или ее уточнение [1]. В п. 10 б) этого документа указано, что местоположение БЛ реки, ручья и канала уточняется по среднесноголетнему уровню вод в период, когда они не покрыты льдом, с учетом уровней воды при руслонаполняющем расходе воды и морфологических особенностей водного объекта. Вновь возникает вопрос, каким образом учитывать «руслонаполняющий расход воды», если такое понятие отсутствует в практической гидрологии.

Кроме того, принятое постановление Правительства РФ [1] исключает установление БЛ на основе гидрологических расчетов с использованием данных инженерно-гидрометеорологических и инженерно-геодезических изысканий, что существенно снижает точность определения БЛ по длине

водотока. В п. 9 [1] указано, что местоположение БЛ рек, ручьев, каналов и обводненных карьеров осуществляется картометрическим (фотограмметрическим) способом с использованием данных об уровнях воды, содержащихся в Едином государственном фонде данных о состоянии окружающей среды, ее загрязнении. Согласно п. 5.45 СП 33-101-2003 [2] перенос уровней воды по продольному профилю водной поверхности производится в пределах небольших по длине речных участков (1–3 км) с учетом зависимости уклона от уровня воды в условиях установившегося потока. Учитывая низкую обеспеченность водных объектов России гидрологическими постами государственной наблюдательной сети, при переносе уровней, рассчитанных в створе поста, по продольному профилю водотока без проведения специальных изысканий неизбежны существенные ошибки.

В постановлении Правительства РФ [1] также обозначена необходимость установления местоположения БЛ с использованием актуального картографического материала наиболее крупного масштаба, а также данных дистанционного зондирования Земли, имеющихся в отношении соответствующей территории в федеральном или ведомственных картографо-геодезических фондах. Как показывает опыт, в фондах территориальных органов ФГБУ «Федеральная кадастровая палата Росреестра» имеется картографическая основа масштабов не крупнее 1:25 000 или 1:50 000, что недостаточно для установления БЛ с точностью, необходимой для решения землеустроительных и градостроительных задач. Картографические материалы требуемого масштаба, как правило, имеются в фондах субъектов РФ, но обеспеченность ими крайне низкая: из 242 населенных пунктов карты масштаба 1:5 000 имелись только на территорию 11 населенных пунктов, масштаба 1:2 000 – 18 населенных пунктов, в т.ч. 8 городов. Имеющиеся в фондах территориальных органов ФГБУ «Федеральная кадастровая палата Росреестра» цифровые ортофотопланы на территорию населенных пунктов масштаба 1:2 000 проблему не решают, так

как не содержат информацию о высотных отметках. Ранее эта проблема решалась путем проведения инженерно-геодезических изысканий в объеме, требуемом для разукрупнения имеющихся карт, однако, после введения в действие постановления Правительства РФ [1], такая возможность исключена.

Согласно пп. 13, 14 постановления Правительства РФ [1] местоположение БЛ считается определенным после внесения соответствующих сведений в Единый государственный реестр недвижимости (далее – ЕГРН), куда они направляются после внесения сведений о БЛ в Государственный водный реестр (далее – ГВР). Выполнение этих положений невозможно в связи с отсутствием соответствующей формы для внесения сведений о БЛ в ГВР (см. приказ Минприроды России от 29.05.2007 № 138), а также установленных состава пакета документов и процедуры для внесения сведений о БЛ в ЕГРН.

Таким образом, на практике БЛ устанавливается на основе расчета среднемноголетнего уровня воды за безледоставный период. Применение только картометрического (фотограмметрического) способа установления БЛ приведет к неизбежной ошибке при распределении расчетных уровней по длине реки от нескольких сантиметров до нескольких метров по высоте (в зависимости от длины участка водотока). Использование при установлении БЛ имеющегося в картографо-геодезических фондах картографического материала масштабов 1:25 000 и 1:50 000 без проведения дополнительных инженерно-геодезических изысканий повлечет за собой ошибку установления местоположения характерных точек БЛ порядка 12,5–25,0 м в плане, согласно приказу Минэкономразвития от 23.03.2016 № 164. Несогласованность отраслевого законодательства не позволяет внести сведения о БЛ в ГВР и ЕГРН, т.е. завершить работы по ее установлению и, как следствие, в полном объеме определить земли водного фонда.

Уточнение морфометрических характеристик водного объекта

В процессе работ по определению БЛ, ВЗ и ПЗП водных объектов неизбежно уточняется протяженность водотоков с учетом современного положения русла и его извилистости, а также площадь водоемов в зависимости от расчетного уровня БЛ. Уточненные морфопараметры водных объектов отличаются от сведений ГВР, сформированного на основе данных гидрологической изученности 1960-х годов, от нескольких десятков метров до километров. Кроме того, в процессе работ определяется протяженность водотоков и площадь водоемов, не включенных в ГВР. Отсутствие у заказчиков работ по установлению ВЗ и ПЗП полномочий для определения (уточнения) морфометрических параметров водных объектов приводит к тому, что в ГВР вносятся сведения о ВЗ и ПЗП без уточнения их морфометрических характеристик, а для водных объектов, не включенных в ГВР, – сведения о ВЗ и ПЗП юридически несуществующих водотоков и водоемов. При условии внесения соответствующих поправок в водное законодательство, результаты работы по установлению БЛ, ВЗ и ПЗП могли бы стать важным источником пополнения ГВР сведениями о современной длине водотоков или площади водоемов, количестве притоков и т.п., что важно для оценки водного фонда России.

Установление ширины прибрежных защитных полос

При установлении ширины ПЗП, в отличие от ширины ВЗ, возникают сложности нормоприменения.

Первое. При наличии централизованных ливневых систем водоотведения и набережных границы ПЗП водных объектов совпадают с парапетами набережных, ширина ВЗ устанавливается от парапета набережной (пп. 3, 14, ст. 65 Водного кодекса РФ).

ВЗ являются территории, которые примыкают к БЛ водных объектов (п. 1, ст. 65). В границах ВЗ устанавливаются ПЗП (п. 2, ст. 65).

Отсюда, в случае совпадения границ ПЗП с парапетом и установления границ ВЗ от парапета набережной, территория ПЗП от парапета набережной будет примыкать к территории ВЗ, а не входить в ее состав от БЛ (рис. 1).

Согласованность норм п. 2 и пп. 3, 14 ст. 65 возможна при внесении изменений в формулировку установления ширины ВЗ при наличии централизованных ливневых систем водоотведения и набережных такого смысла: «ширина ВЗ устанавливается от парапета набережной с примыканием к парапету участка от БЛ».



Рис. 1 – Установленные границы ВЗ и ПЗП р. Кача на территории г. Красноярск (фрагмент)

Второе. Неоднозначно читается п. 5 ст. 65 Водного кодекса РФ «для реки, ручья протяженностью менее десяти километров от истока до устья водоохранная зона совпадает с прибрежной защитной полосой». Руководствуясь этой формулировкой дословно, можно предположить, что ширина ВЗ равна ширине ПЗП, устанавливаемой в зависимости от уклона берега (п. 11 ст. 65 Водного кодекса РФ) и может изменяться от 30 до 50 метров. Либо нужно считать, что ширина ПЗП равна ширине ВЗ, устанавливаемой для рек или ручьев протяженностью менее 10 км в размере

50 м (п. 4 ст. 65 Водного кодекса РФ). На практике, исходя из того, что ПЗП устанавливаются в границах ВЗ (п. 2 ст. 65 Водного кодекса РФ), а также, что п. 5 предшествует п. 11, для рек и ручьев протяженностью менее 10 км ширина ПЗП принимается равной ширине ВЗ и составляет 50 м не зависимо от уклона берега.

Третье. Пунктом 11 ст. 65 Водного кодекса РФ определено, что «ширина прибрежной защитной полосы устанавливается в зависимости от уклона берега водного объекта», а согласно рекомендованному Росводресурсами типовому техническому заданию при определении уклона берега обязательным условием является геодезическая съемка (нивелирование) фактической ситуации на местности; не допускается использовать данные только топографических карт. В связи с тем, что законодательно не определено понятие «берег водного объекта», не ясно, откуда и на каком удалении от БЛ водотока или водоема необходимо выполнять нивелировку берега для расчета уклона, т.к. от этого зависит объем, сроки и стоимость работ по установлению границ ПЗП.

Согласно принятому в гидрологии определению, берег – это узкая полоса суши в зоне сопряжения водной поверхности водоема или водотока с прилегающими склонами земной поверхности, находящаяся под непрерывным и непосредственным воздействием воды [6]. Таким образом, формально следуя этому определению, нивелировку следует проводить на участке, прилегающем к водному объекту за границей ПЗП.

Однако, исходя из целевого назначения, уклон логично определять на участке суши ограниченном урезом воды на дату съемки (на момент изысканий расчетная отметка БЛ еще не получена) и предположительной границей ПЗП на расстоянии не менее 50 м от уреза. При этом нивелировку целесообразно проводить выборочно только на участках пологого берега, определяемых на этапе подготовительных работ, так как на водных объектах с крутыми берегами уклон прилегающих территорий заведомо более 3

градусов, а на пологих, при наличии, к примеру, широкой заболоченной поймы, – от 0 до 3 градусов.

Четвертое. Практические трудности возникают при определении ширины ПЗП водных объектов, имеющих особо ценное рыбохозяйственное значение (места нереста, нагула, зимовки рыб и других водных биологических ресурсов) (п. 13 Водного кодекса РФ).

Следуя нормам законодательства в сфере рыболовства и сохранения водных биологических ресурсов, водные объекты рыбохозяйственного значения с шириной рыбоохранной зоны 200 м имеют места нереста, нагула, зимовки рыб и других водных биологических ресурсов. Рыбоохранная зона при этом может устанавливаться на всем протяжении рек рыбохозяйственного значения (Постановление Правительства РФ от 06.10.2008 № 743 «Об утверждении Правил установления рыбоохранных зон» (в ред. Постановления Правительства РФ от 20.01.2016 № 11)).

С другой стороны, территориальные органы Росрыболовства, ссылаясь на Приказ Росрыболовства от 17.09.2009 № 818 «Об установлении категорий водных объектов рыбохозяйственного значения и особенностей добычи (вылова) водных биологических ресурсов, обитающих в них и отнесенных к объектам рыболовств», разъясняют, что реки, озера, водохранилища, имеющие особо ценное рыбохозяйственное значение, – это водные объекты высшей категории рыбохозяйственного значения. Аргументом является то, что эта категория устанавливается для водных объектов рыбохозяйственного значения, которые используются или могут быть использованы для добычи (вылова) особо ценных и ценных видов водных биоресурсов или являются местами их размножения, зимовки, массового нагула, путями миграций, искусственного воспроизводства. Таким образом, на практике, на основании писем территориальных органов Росрыболовства, ПЗП устанавливается равной 200 м для всех водных объектов высшей категории рыбохозяйственного значения.

Разночтение правовых норм может быть снято внесением изменений в п. 13 Водного кодекса РФ путем замены формулировки «имеющих особо ценное рыбохозяйственное значение (места нереста, нагула, зимовки рыб и других водных биологических ресурсов)» на «имеющих высшую категорию рыбохозяйственного значения».

Закрепление границ ВЗ и ПЗП специальными информационными знаками (далее – СИЗ) выполняется согласно Постановлению Правительства РФ от 10.01.2009 г. № 17 (в ред. Постановления Правительства РФ от 29.04.2016 г. № 377), утвердившем Правила установления на местности границ ВЗ и ПЗП и Приказу Минприроды России от 13.08.2009 № 249, установившем образцы СИЗ. Содержание самих документов вопросов не вызывает, однако проблематично их применение на практике в контексте типового технического задания, рекомендованного Росводресурсами, определяющего, что обязательным условием является проверка с выносом на местности (с использованием геодезического оборудования) координат мест установки знаков и фотофиксация выбранного места с установленным в точке геодезическим отражателем или приемником. Следовательно, к мероприятию по установлению границ ВЗ и ПЗП отнесены работы по выносу СИЗ в натуру, которые неизбежно дублируются при закреплении границ ВЗ и ПЗП СИЗ, что в итоге приводит к удорожанию работ. Вызывает недоумение требование закрепления границ СИЗ с использованием высокоточных инструментальных методов, учитывая, что БЛ, границы ВЗ и ПЗП определяются картометрическим способом, при этом со значительной ошибкой (см. изложенное выше).

Спорным является и требование установления СИЗ строго на границе ВЗ или ПЗП без смещения. Нередки ситуации, когда граница ВЗ или ПЗП проходит по проезжей части оживленного перекрестка, одна из улиц которого ведет к рекреационной территории на берегу водного объекта, пересекает подземные коммуникации и т.п. (рис. 2). В подобных случаях СИЗ смещался в пределах 1–3 м. Запрет переноса знака приведет к тому, что

граждане не будут информированы об установленных границах ВЗ или ПЗП именно на тех участках прибрежных территорий водных объектов, где это необходимо.



Рис. 2 – СИЗ, установленный со смещением в границах г. Новокузнецка

Отдельно хотелось бы остановиться на вопросе административной ответственности граждан и юридических лиц за нарушение специального режима хозяйственной и иной деятельности в границах ВЗ и ПЗП, а также уничтожение или повреждение СИЗ, предусмотренной ст. 7.2, 8.12, 8.13, 8.24, 8.45 Кодекса об административных правонарушениях РФ. Дело в том, что надписи на щитках СИЗ, наносимые в соответствии с Приказом Минприроды России от 13.08.2009 г. № 249, не несут информацию об ограничениях или запретах деятельности в границах ВЗ или ПЗП, как следствие, граждане и юридические лица нередко неосознанно нарушают установленный режим и подвергаются наказанию. В этой связи отмечается слабая просветительская деятельность уполномоченных органов

государственной исполнительной власти в отношении необходимости и значимости устанавливаемых СИЗ.

Кроме того, открытым остается вопрос о том, какая организация несет ответственность за содержание (ремонт) СИЗ, являющихся федеральным имуществом, установленным на землях муниципалитетов или частных лиц. Полномочиями Росводресурсов, субъектов РФ, как и органов местного самоуправления, данный вид деятельности не предусмотрен. В условиях отсутствия лица, ответственного за содержание СИЗ, через несколько лет они придут в негодность и утратят свое назначение.

Таким образом, несмотря на существующие правовые положения для установления границ ВЗ и ПЗП, заложенные в ст. 65 Водного кодекса РФ, на практике возникает немало вопросов их применения, требующих разъяснения со стороны Росводресурсов и согласованности водного, земельного законодательства, а также законодательства в области рыболовства и охраны водных биологических ресурсов в этой части.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 29.04.2016 № 377 «Об утверждении Правил определения местоположения береговой линии (границы водного объекта), случаев и периодичности ее определения и о внесении изменений в Правила установления на местности границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов».
2. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик.
3. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометеорологических наблюдений // ГУ «Государственный гидрологический институт». – СПб, 2009. – 193 с.
4. Жерелина И.В., Стоящева Н.В., Поляков А.А., Кормаков В.И. Проектирование водоохранных зон и прибрежных защитных полос водных объектов // Использование и охрана природных ресурсов России. – 2006. – № 3 (87) – С. 52-59.
5. Жерелина И.В., Постнова И.С., Поляков А.А. Установление границ водоохранных зон и прибрежных защитных полос // Экология производства. – 2009. – № 6. – С. 39-44.
6. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. – Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1964. – 222 с.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРИЧИН НЕВЯЗОК ВОДНОГО БАЛАНСА НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Жоров В.А.¹, Зырянова Т.А.¹, Ловцкая О.В.², Яковченко С.Г.¹

¹ ООО «Центр инженерных технологий, г. Барнаул, Россия

² Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия

e-mail: jorov52@mail.ru

Аннотация. На основе многолетнего опыта расчетов водного баланса и суточного полезного притока в водохранилища сибирских ГЭС рассчитаны составляющие водного баланса Новосибирского водохранилища. Проанализированы причины существенных невязок баланса как в суточном, так и в годовом разрезах. Сделан вывод, что основной причиной невязок является систематическое и существенное занижение стока в створе гидроузла. Для устранения погрешностей учета стока необходимо организовать проведение специализированных полевых гидрометрических работ с открытием гидрометрического поста в нижнем бьефе.

Ключевые слова: Составляющие водного баланса водохранилища, невязки баланса, учет стока в створах ГЭС и русловых гидростворах

PRELIMINARY ASSESSMENT OF CAUSES OF WATER IMBALANCE IN NOVOSIBIRSK RESERVOIR

Zhorov V.A.¹, Zyryanova T.A.¹, Lovtskaya O.V.², Yakovchenko S.G.¹

¹ "Center for Engineering Technologies" Company, Barnaul, Russia

² Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia

e-mail: jorov52@mail.ru

Abstract. Based on the long-term experience of calculation of water balance and daily inflow to reservoirs of the Siberian hydroelectric power stations, the water balance components of the Novosibirsk reservoir are calculated. The causes of significant daily and annual imbalance are analyzed. It is found that the main reason of the imbalance is systematic and substantial underestimation of runoff at the power site. To eliminate the errors of flow accounting, the gauging stream operations are called for.

Keywords: components of water balance of the reservoir, imbalance, runoff measuring in power sites and streamflow gauges.

Новосибирское водохранилище является самым крупным искусственным водоемом на юге Западной Сибири, созданным в 1957 г. на р. Обь в 20 км выше г. Новосибирска. Площадь водного зеркала этого водоема 1070 км², полный объем 8,8 км³, полезный объем 4,4 км³. Наибольшая ширина водохранилища 22 км, длина 185 км, максимальная глубина 29 м, средняя 9 м; существенная часть (около половины) водоема мелководна (с глубинами менее 5м). Водоохранилище аккумулирует в среднем небольшую часть объема годового притока воды р. Обь и осуществляет неглубокое сезонное регулирование стока.

В связи с обострением напряженности водохозяйственных балансов Новосибирского водохранилища на фоне глобального понижения водности, существенным заилением ложа за период длительной эксплуатации, в последние годы регулирующая способность гидроузла существенно

снизилась, что значительно затруднило его эксплуатацию. Для предотвращения затопления прибрежных застроенных территорий в верхнем и нижнем бьефах гидроузла необходимо учитывать прогнозируемый приток в водохранилище, сбросы через гидроузел, аккумуляцию в ложе водохранилища, в грунтах береговой полосы, осадки и испарение, различные потери стока, т.е. все элементы водного баланса водоема. Между тем, невязки водного баланса Новосибирского водохранилища даже для месячных интервалов времени (не говоря уже о суточных) могут достигать 20%, что делает вопрос регулирования стока для безаварийного пропуска паводков не вполне корректным. Задача это может быть успешно решена на основе воднобалансовых расчетов.

В 2012–2013 гг. в рамках государственного контракта с Верхне-Обским БВВУ были проведены многовариантные расчеты составляющих водного баланса водохранилища [5]. Они позволили выявить существенные невязки баланса и проанализировать причины их появления.

Оценка составляющих водного баланса осуществлялась с использованием многолетнего опыта работы по созданию методик расчета суточного полезного притока в водохранилища сибирских ГЭС, в соответствии с рекомендациями [2, 3].

Водоохранилище было разделено на три подучастка (рисунок 1):

1. г. Камень-на-Оби – с. Спирино (длина участка 48 км);
2. с. Спирино – с. Ордынское (длина участка 40 км);
3. с. Ордынское – плотина (длина участка 88 км).

Расчёт водного баланса вёлся по следующей формуле:

$$N = (P_0 + P_6 + O) - (C + A_в + E), \quad (1)$$

где P_0 – основной приток,

P_6 – боковой приток,

O – количество осадков на акваторию водохранилища,

C – сброс через гидроузел,

$A_в$ – аккумуляция в ложе водохранилища,

Е – испарение с поверхности водоема,

N – невязка баланса.

Расчет проводился за период 2010–2011 гг. по упрощенной методике (не учитывалась аккумуляция во льду, оседающем на берегах водохранилища при его сработке, и аккумуляция в берегах водоема). В качестве основного притока были взяты значения расходов воды в створе р. Обь – г. Камень-на-Оби.

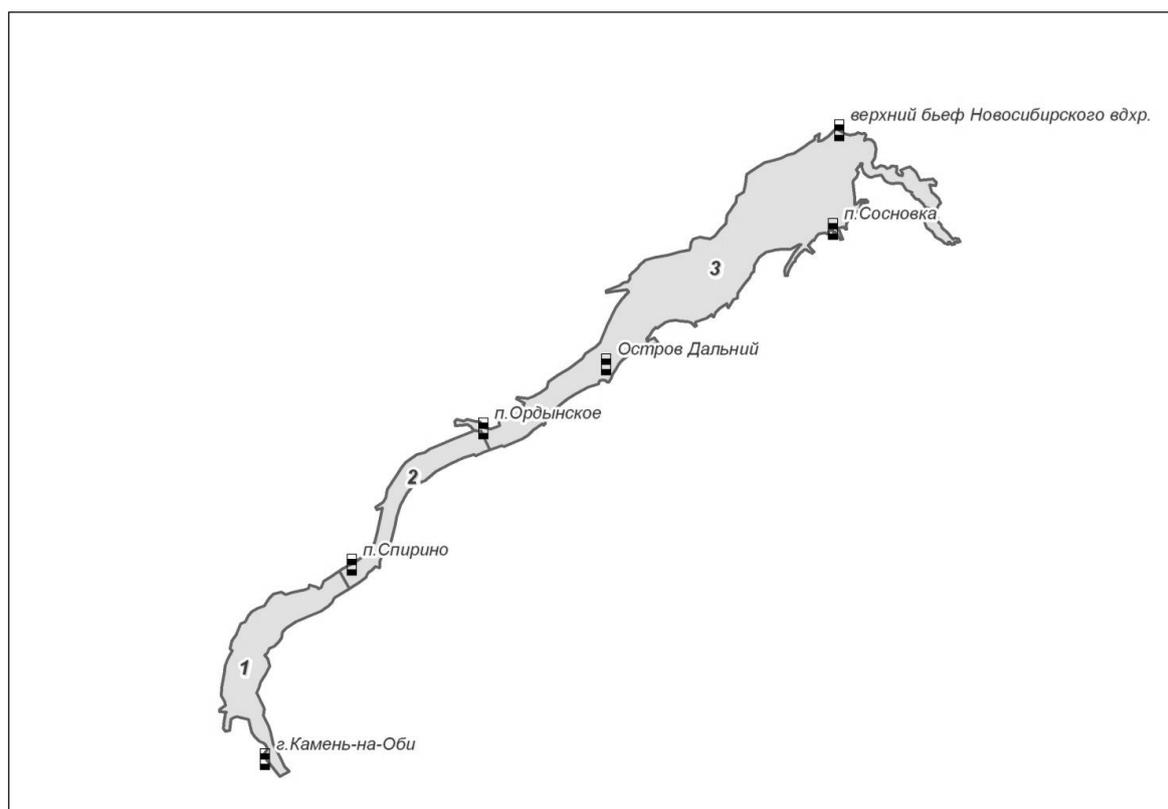


Рис. 1 – Схема районирования ложа Новосибирского водохранилища
Значения бокового притока определялись по четырем аналогам:

$$P_6 = b_1Q_1 + b_2Q_2 + b_3Q_3 + b_4Q_4 \quad (2)$$

где Q_i – расходы, измеренные в створах р. Бердь (с. Старый Искитим), р. Каракан (с. Рождественка), р. Н. Сузун (с. Шипуново) и р. Касмала (с. Рогозиха), b_i – коэффициенты стоковой приводки.

Осадки на зеркало водоёма и испарения с него оценивались с использованием единой кривой площадей водохранилища. Расчёты баланса проведены за 2010–2011 гг.

За количество выпавших осадков O брался средний слой осадков по постам наблюдений на данном участке акватории. Аналогичным образом были получены среднесуточные значения температуры воды и воздуха.

Если разность температур воды и воздуха $\Delta T \leq 4^\circ\text{C}$, то испарение рассчитывалось по формуле ГГИ [6]:

$$E = 0,14 * (e_0 - e)(1 + 0,72 * V) \quad (3)$$

В противном случае использовалась формула Рымши-Донченко [6]:

$$E = 0,104 * (e_0 - e)(k_0 + V), \quad (4)$$

где E – влажность воздуха, V – скорость ветра, k_0 – табличный параметр.

Расчёт аккумуляции в ложе водохранилища производился на основе аппроксимированных кривых объёмов $W(H)$, построенных для каждого из трёх подучастков водохранилища. Морфометрические характеристики ложа водохранилища были получены по цифровой модели рельефа из отчета ИВЭП СО РАН по теме «Уточнение морфометрических характеристик Новосибирского водохранилища».

Анализ хода уровней на постах выявил следующее:

1. Водпост с. Завьялово находится в устье р. Каракан, и в периоды прохождения половодий и паводков уровни на нем существенно выше средних уровней по водохранилищу.

2. Уровни в с. Спирино всегда выше средних уровней на водохранилище, и хорошо коррелируют с уровнями у г. Камень-на-Оби.

3. Уровни в с. Ордынское в периоды наполнения водохранилища (половодье на р. Оби) существенно (до 2 м) выше уровней на водохранилище.

В связи с этим участок г. Камень-на-Оби – с. Спирино рассматривался как река, а остальные два участка – как часть водохранилища. Средние уровни на участке Спирино-Ордынское вычислялись по данным этих двух постов, а на участке Ордынское – верхний бьеф по трем постам (верхний бьеф, Сосновка, остров Дальний). Исходя из этого, аккумуляция в ложе

водохранилища рассчитывался по двум поучастковым кривым объемов, а для первого участка рассчитывалась русловая трансформация с учетом пойменного регулирования с использованием приближенной вероятностной модели русловой трансформации [1, 3].

Поскольку аккумуляция в ложе водохранилища для суточных интервалов времени равна разности объемов водохранилища на конец и начало суток, а уровни измеряются в стандартные сроки 08 и 20 часов, то A_B (на двух участках) вычислялась по интерполяционной формуле:

$$\hat{A}_t = \frac{2}{3}(W_t^{20} - W_{t-1}^{20}) + \frac{1}{3}(W_{t+1}^{08} - W_t^{08}), \quad (5)$$

где W^{20} – средний объём по состоянию на 20 часов,

W^{08} – средний объём по состоянию на 8 часов утра.

Учет пойменного регулирования осуществлялся в предположении о линейном характере зависимости ежедневных значений объёмов поймы от ежедневных расходов. В качестве Q^* был принят расход воды, соответствующий уровню выхода воды на пойму в г. Камень-на-Оби (4600 м³/с).

В результате оптимизации были определены следующие значения параметров:

Коэффициенты стоковой приводки аналогов b_i :

- Створ р. Бердь (с. Старый Искитим): $b=0.001$;
- Створ р. Каракан (с. Рождественка): $b=0.1$;
- Створ р. Н. Сузун (с. Шипуново): $b=0.6$;
- Створ р. Касмала (с. Рогозиха): $b=0.8$.

В работе [4], по материалам натурных измерений в нижнем бьефе Красноярской ГЭС было показано, что методика учета стока в русловых створах содержит систематические погрешности в сторону завышения. Для корректировки стока в створе у г. Камень-на-Оби был введен понижающий коэффициент k к измеренным расходам:

$$a_i = 1 - \lambda \left(\frac{Q_i - 3000}{1000} \right)^2, \quad (6)$$

где λ по результатам оптимизации был принят равным 0.02.

Общие результаты расчёта водного баланса по предложенной методике представлены на рис. 2–3, в виде совмещенных гидрографов приходной и расходной (с учетом аккумуляции) частей суточного баланса.

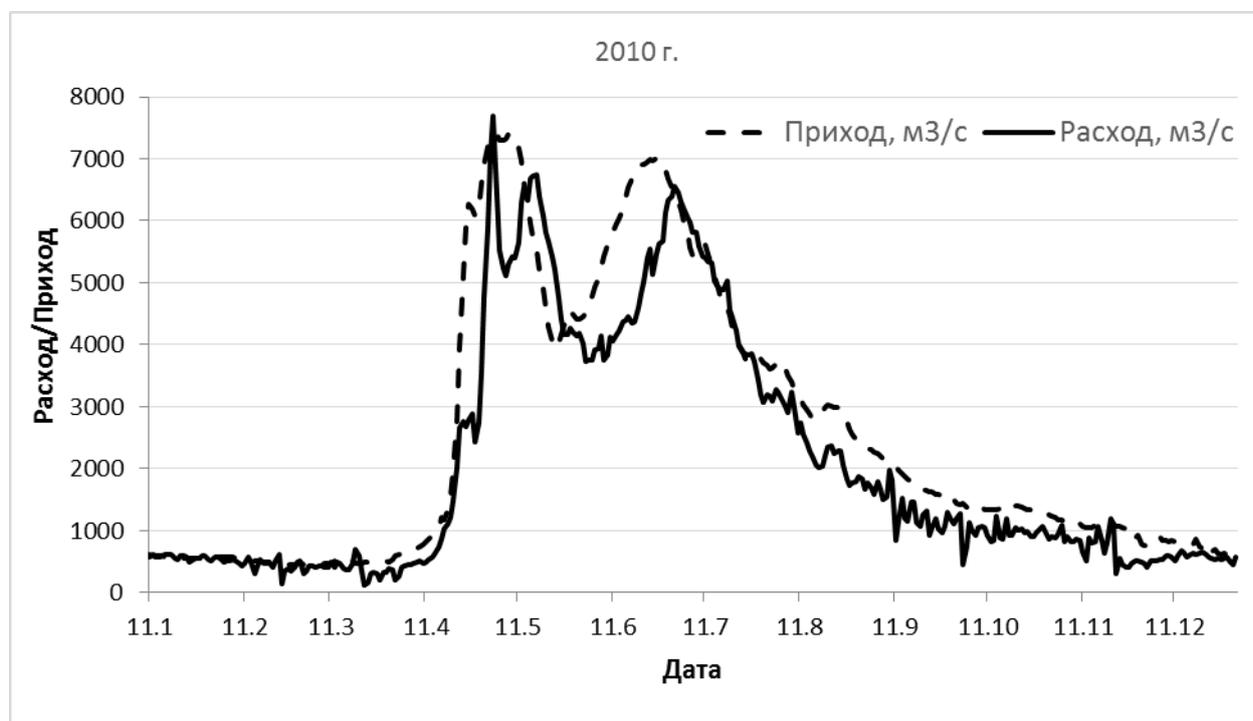


Рис. 2 – Гидрографы приходной и расходной частей водного баланса Новосибирского водохранилища за 2010 г.

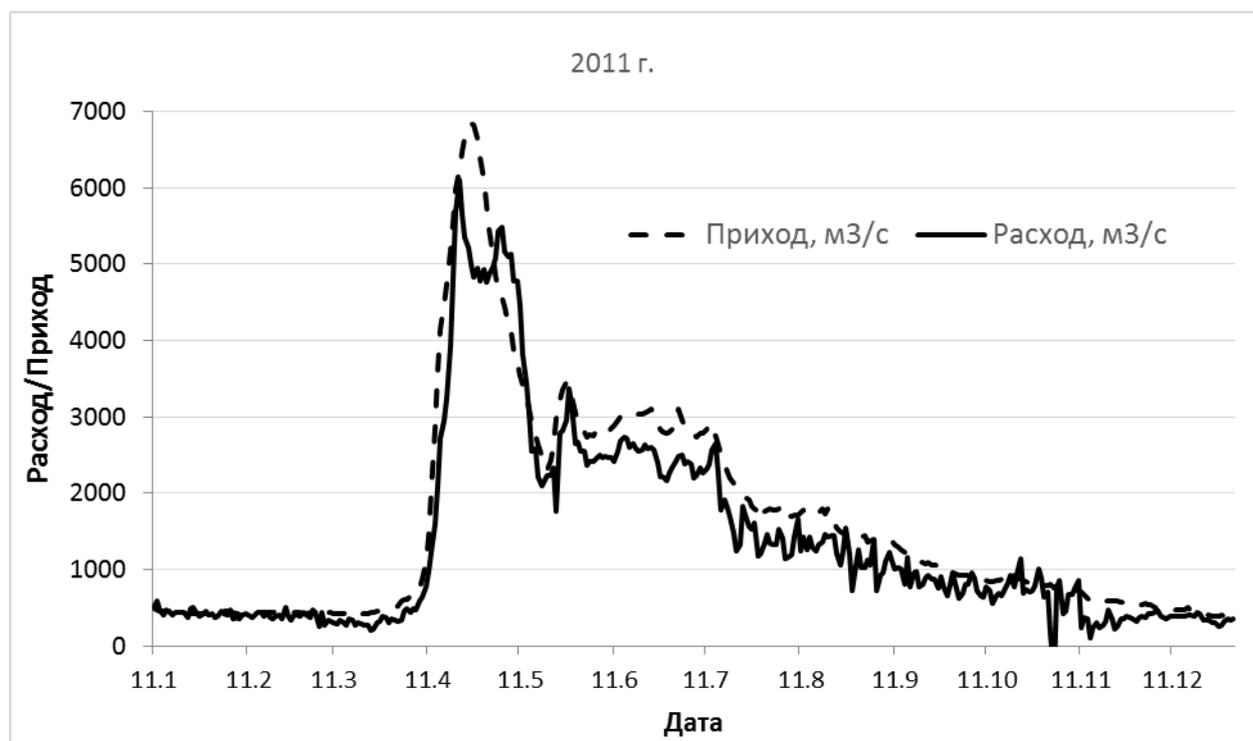


Рис. 3 – Гидрографы приходной и расходной частей водного баланса Новосибирского водохранилища за 2011 г.

Из рисунков 2–3 видно существенное систематическое превышение приходной части баланса над расходной. Абсолютная невязка за 2010 год составила 421 м³/с, за 2011 – 249 м³/с, т.е. среднее превышение прихода над расходом составляет 10.6 км³ в год.

При расчетах водного баланса Новосибирского водохранилища с учетом приточности основной приток учитывается в створе у г. Камень-на-Оби. Кроме того, часть притока на подъеме половодья аккумулируется в зоне переменного подпора, простирающейся почти на 90 км ниже до с. Ордынское.

Подпор от плотины ГЭС распространяется до Камня-на-Оби. Отклонение кривой Q(H) для створа Камень-на-Оби после 1957 г. в диапазоне расходов до 5000 куб м/с говорит о наличии подпора, несмотря на то, что уровни воды у Камня-на-Оби на 2 м выше уровней водохранилища.

Это означает, что в период подъема половодья вода, прошедшая через входной створ, не доходит до приплотинной части водохранилища, а аккумулируется на участке от г. Камень-на-Оби до с. Ордынское.

Существует еще одна причина невязок водного баланса – некорректный учет стока в створе гидроузла. Среднегодовой сброс из водохранилища меньше среднегодовой приточности (табл. 1).

Таблица 1 – Среднегодовые расходы воды в различных створах, м³/с

Год	г. Барнаул	г. Камень-на-Оби	ОбьГЭС	Невязка
2001	1760	1960	1750	-210
2002	1630	1860	1610	-250
2003	1250	1380	1280	-100
2004	1640	1710	1610	-100
2005	1510	1530	1460	-70
2006	1780	1890	1720	-170
2007	1420	1790	1610	-180
2008	1100	1310	1180	-130
2009	1600	1780	1660	-120
2010	1840	2270	2000	-270
2011	1240	1520	1320	-200

Так, из таблицы 1 видно, что за 11 лет с 2001 по 2011 гг. сток в створе ГЭС существенно меньше (в среднем на 164 м³/с или 5,2 км³), в то время как

максимально возможное испарение с зеркала водоема не превышает 0,6 км³ в год. И это без учета бокового притока в водохранилище.

До 1966 г. ниже створа ГЭС действовал водпост р. Обь – г. Новосибирск. Увеличение стока от створа ГЭС до створа поста Росгидромета в зимний период значительно превышает (за исключением 1959 г.) величину боковой приточности на этом участке, определяемой по наблюдениям поста р. Иня (нижня) – с. Березовка (табл. 2). После 1966 г. измерения стока на посту р. Обь – г. Новосибирск прекращены.

Таблица 2 – Среднемесячные расходы воды в створах на р. Оби, м³/с

	F, км ²	1	2	3	4	11	12
1959 г.							
Шелаболиха	201000	368	368	369	2790	433	426
ОбьГЭС	228000	451	454	663	1410	560	523
Новосибирск	250000	468	464	651	1550	723	546
Иня-Березовка	17300	9,33	8,45	9,62	225	19,1	13,7
1960 г.							
Шелаболиха	206000	378	345	324	1150	830	594
ОбьГЭС	228000	813	706	723	1010	664	603
Новосибирск	250000	944	893	839	1370	704	645
Иня-Березовка	17300	11,9	10	10,2	242	25,8	16,9
1961 г.							
Шелаболиха	206000	489	456	484	4430	1040	757
ОбьГЭС	228000	792	983	950	3020	1080	696
Новосибирск	250000	901	1220	1220	3670	1370	753
Иня-Березовка	17300	17,2	18,2	18,9	440	24,7	17,2
1964 г.							
Камень-на-Оби	216000	400	289	264	623	492	373
ОбьГЭС	232000	780	833	578	905	778	510
Новосибирск	252000	814	1070	641	1300	911	674
Иня-Березовка	17300	13,3	8,6	5	92,7	12,5	11,7
1966 г.							
Камень-на-Оби	216000	413	360	330		491	424
ОбьГЭС	232000	853	734	670	1670	604	506
Новосибирск	252000	894	835	799	1880	н/д	н/д
Иня-Березовка	17300	6,96	6,25	7,08	177	5,8	5,63

Из анализа приведенных в таблицах 1 и 2 данных следует, что данные о расходах воды р. Оби в створе ГЭС являются сомнительными и существенно заниженными.

Для оперативного реагирования на изменение водохозяйственной обстановки и беспроблемного пропуска паводков необходимо выяснить и

устранить причины невязок стока на участках от г. Камень-на-Оби до створа ГЭС, от створа ГЭС до створа Росгидромета, корректно оценить аккумуляцию в ложе водохранилища и на его части от Камня-на-Оби до с. Ордынское.

Это может быть достигнуто за счет разработки методики расчета водного баланса и суточного полезного притока в Новосибирское водохранилище. Методология работ подробно описана в отчете ООО «Центр инженерных технологий» «Разработка программы расчета пропуска половодья через Новосибирское водохранилище и рекомендаций по учету влияния поймы реки Обь на участке от города Барнаул до города Камень-на-Оби на трансформацию притока в Новосибирское водохранилище для управления режимами работы Новосибирского гидроузла» (г. Барнаул, 2013 г.).

Для уточнения характеристик водного баланса необходимо организовать наблюдения за стоком р. Оби в створе ниже гидроузла, в створе у г. Камень-на-Оби, оборудовать ряд временных водомерных постов на водохранилище в зоне переменного подпора, проанализировать теорию и практику учета стока в створе ГЭС.

Литература

1. Бураков Д.А. Кривые добегания и расчет гидрографа весеннего половодья. – Томск: Изд-во Томского госуниверситета, 1978. – 130 с.
2. Жоров В.А. Способ расчета приточности в водохранилища ГЭС (на примере Саяно-Шушенского водохранилища) / В кн.: Гидрометеорологическое обеспечение народного хозяйства Сибири (тез. Докл. Всесоюзного совещания). – Новосибирск, 1983. – с. 92-95.
3. Жоров В.А. Математическая модель трансформации бокового притока и ее использование для расчетов приточности в водохранилища сибирских ГЭС // Метеорология и гидрология. – 1987. – №1. – С. 90-97.
4. Жоров В.А. О некоторых причинах невязок стока в нижнем бьефе Красноярской ГЭС // Труды ЗапСибНИИ. – 1987. – вып. 81. – С. 46-50.
5. «Разработка программы расчета пропуска половодья через Новосибирское водохранилище и рекомендаций по учету влияния поймы реки Обь на участке от города Барнаул до города Камень-на-Оби на трансформацию притока в Новосибирское водохранилище для управления режимами работы Новосибирского гидроузла». Отчет ООО «Центр инженерных технологий». – Барнаул, 2013. – 35 с.
6. Указания по расчету испарения с поверхности водоемов. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 84 с.

ПРОЦЕССЫ ВОДООЧИСТКИ В ПЛАСТЕ НЕКОНДИЦИОННЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД МЕЖДУРЕЧЬЯ АМУРА – ТУНГУСКИ

Кулаков В.В.

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск, Россия

e-mail: vvkulakov@mail.ru

Аннотация. Подземные воды междуречья Амура - Тунгуски характеризуются высоким содержанием железа (до 30 мг/дм³) и марганца (до 3 мг/дм³) на фоне низких значений рН (5,9–6,1) и большого содержания растворенной углекислоты (до 250 мг/дм³). При использовании таких некондиционных подземных вод для обеспечения питьевых нужд населения Хабаровска водоподготовка питьевых вод на Тунгусском водозаборе осуществляется непосредственно в водоносном горизонте.

Ключевые слова: некондиционные подземные воды, железо, марганец, водоподготовка питьевых вод в пласте, Тунгусский водозабор, Амур

WATER TREATMENT PROCESSES IN SUBSTANDARD GROUNDWATER OF THE AMUR-TUNGUSKA INTERFLUVE

Kulakov V.V.

Institute of Water and Environmental Problems FEB RAS, Khabarovsk, Russia

e-mail: vvkulakov@mail.ru

Abstract. Groundwater of the Amur-Tunguska interfluve is characterized by a high content of iron (up to 30 mg/dm³) and manganese (up to 3 mg/dm³) against low pH (5.9-6.1) and high dissolved carbon dioxide (up to 250 mg/dm³). When such substandard groundwater is used to supply the drinking needs of the population of Khabarovsk city, the treatment of drinking water at the Tunguska water intake structure is carried out directly in the aquifer.

Keywords: substandard groundwater, iron, manganese, treatment of drinking water in the aquifer, Tunguska water intake structure, the Amur.

Формирование химического состава подземных вод водоносного горизонта в аллювиальных отложениях междуречья Амура и Тунгуски на площади Среднеамурского артезианского бассейна происходит в зоне свободного водообмена [1, 2]. Величина рН изменяется в пределах от 5,8 до 6,3. Подземные воды нередко имеют запах (сероводородный) и привкус – не выше 2 баллов. Элементный и ионный состав подземных вод района Тунгусского месторождения, разведанного на междуречье Амура и Тунгуски, в районе г. Хабаровска изменяется в результате природных биогеохимических процессов и под влиянием антропогенных (техногенных) факторов. Основные особенности формирования химического состава подземных вод Тунгусского месторождения зависят от восстановительной обстановки, что приводит к накоплению повышенных концентраций растворенных форм железа и марганца. Источником поступления железа и марганца в подземные воды является водовмещающие породы.

По составу природные воды гидрокарбонатные натриево-кальциевые. Концентрация Н₄SiO₄ в воде изменяется от 30 мг/дм³ до 65 мг/дм³ (14–20

мг/дм³ по Si), общего железа (в основном, в форме Fe²⁺) от 15 мг/дм³ до 30 мг/дм³, марганца колеблется от 1,4 до 3,0 мг/дм³, содержание нитритов не превышает 0,01 мг/дм³, нитратов – 0,4 мг/дм³, карбонаты в воде не обнаружены. Концентрация фтора в воде составляет 0,04–0,15 мг/дм³. Содержание иона аммония не превышает 1–2 мг/дм³, содержание свободной двуокиси углерода изменяется от 120 мг/дм³ до 250 мг/дм³.

В вертикальном разрезе и по площади общий химический состав подземных вод существенно не меняется, за исключением изменения величины минерализации и содержаний железа и марганца и некоторого роста концентраций кремния с глубиной [1]. Концентрации растворенного органического углерода (C_p) в подземных водах изменяются от 0,7 до 3,6 мгС/дм³. Отмечена общая тенденция увеличения концентрации растворенного органического вещества с увеличением глубины скважины.

На введенном в эксплуатацию Тунгусском водозаборе некондиционных подземных вод для водоснабжения г. Хабаровска на участках размещения эксплуатационных скважин исследуются условия формирования и устойчивого функционирования в водоносном горизонте техногенных биогеохимических реакторов для очистки от железа, марганца и других нормируемых компонентов [3, 4, 6, 7].

Задачами комплексных исследований, отраженных в данной статье, является выбор экологически предпочтительной и экономически рациональной технологии водоподготовки питьевых вод за счет использования некондиционных подземных вод.

В области водоподготовки питьевых подземных вод, содержащих избыточные концентрации нормируемых компонентов, единственной безотходной технологией является внутрипластовая очистка некондиционных подземных вод, успешно используемая на ряде водозаборов в России уже более 10 лет, а за рубежом известная более 100 лет [4]. Успешное применение данной технологии возможно на новых или реконструируемых водозаборах, запроектированных с учетом всех

специальных требований, предъявляемым к системам подземной очистки воды.

При выборе наилучшей доступной технологии водоподготовки некондиционных подземных вод для Тунгусского месторождения предпочтение было отдано внутрипластовой очистке, так как расчеты, выполненные в ТЭО, показали, что себестоимость 1 м³ воды при внутрипластовой очистке в 2,8 раза ниже, чем при очистке на традиционных наземных сооружениях.

Процесс обогащения подземных вод кислородом воздуха (или закачки-налива аэрированной воды) может осуществляться как непосредственно через эксплуатационные скважины на односкважинных и дуплетных установках, так и через специальные инъекционные (наливные или спутниковые) скважины, расположенные вокруг каждой эксплуатационной скважины, на многоскважинных установках.

В 1993–2006 годах Водоканал г. Хабаровска ознакомился с более чем 30-летним опытом эксплуатации многих водозаборов с очисткой подземных вод от железа и марганца в пласте по технологиям SUBTERRA и VYREDOX в Словакии, Германии и Швеции [4, 6]. Апробация принятой к использованию технологии SUBTERRA на пилотной установке строящегося Тунгусского водозабора выполнена в 2007–2011 гг. [6].

В основу технологии обезжелезивания и деманганации подземных вод в водоносном пласте заложена возможность искусственного создания в нем на участках водозаборных скважин биогеохимических зон, резко отличающихся по окислительно-восстановительным условиям от природных [5]. Технология обезжелезивания и очистки некондиционных подземных вод в пласте соответствует условиям, которые создает сама природа с помощью различных типов бактерий при изменении гидрогеохимической обстановки с восстановительной на окислительную за счет насыщения воды кислородом непосредственно в водоносном горизонте [3, 6]. При искусственном насыщении подземных вод кислородом и при удалении избыточных

концентраций растворенного CO_2 на участках водозаборных скважин происходит изменение состояния среды с восстановительной на окислительную. Водовмещающие породы пласта, окружающие скважины в районе фильтров и размножившиеся в порах или трещинах пласта железо- и марганецпоглощающие бактерии при откачке из скважины начинают работать как медленные фильтры, способствуя биогеохимическому окислению железа и марганца и осаждению их нерастворимых соединений в поровом (трещиноватом) пространстве.

Было установлено, что за время эксплуатации пилотного комплекса и регулярного насыщения подземных вод кислородом в водоносном горизонте сформировалось высокоактивное иммобилизованное сообщество железомарганцевых бактерий, общее количество гетеротрофных и железомарганцевых бактерий в скважине постепенно увеличивалось с момента начала откачки пластовых вод в течение 9 часов [5]. После 9 часов откачки начинают поступать пластовые воды, не подвергавшиеся аэрации, с низким содержанием всех групп бактерий. Этим объясняется постепенное снижение численности гетеротрофных и железомарганцевых бактерий к концу цикла откачки из скважины. Создание аэробных условий вокруг каждой скважины стимулирует рост железо-марганцевых бактерий. В результате их метаболизма, железо, марганец и кремний притягиваются к отрицательно заряженному чехлу (капсуле) бактерии и превращаются в окиси и гидроокиси. Таким образом бактерии походят на микробиореактор для очистки подземных вод. Но из-за низкой температуры подземных вод (около 6°C), бактериальный рост является замедленным. Исследование структуры микробных комплексов в эксплуатационных и наблюдательных скважинах подтвердило реальность формирования и функционирования биогеохимических барьеров (зон) на расстоянии до 15-20 м и более от эксплуатационных скважин. Обезжелезивание и деманганация воды наиболее активно происходят на границе вода-порода, где осуществляются химическая адсорбция, ионный обмен и микробиологические процессы.

После определенного промежутка времени, связанного с циклами откачки – закачки, вокруг скважин образуется биогеохимический барьер, в зоне которого происходят процессы очистки и подготовки питьевых подземных вод.

В период эксплуатации водозаборных скважин поддерживается динамическое равновесие (циклы откачки воды сменяются циклами насыщения подземных вод кислородом) таким образом, чтобы содержание железа и марганца в откачиваемой из скважины воде за весь период откачки не превышало нормативного значения.

Главное преимущество технологии внутрислоевого очищения воды заключается в отсутствии негативного воздействия на окружающую среду, что выражается в отсутствии отходов производства, исключении применения реагентов, минимизации занимаемых площадей. Кроме того, технология обладает доказанными экономическими преимуществами перед традиционными наземными методами водоподготовки за счет экономии капитальных и эксплуатационных затрат. Технология полностью автоматизируется, исключая влияние «человеческого фактора».

После запуска пилотной установки на Тунгусском водозаборе от железа подземная вода была очищена за одну неделю, а содержания марганца ниже предельно допустимой концентрации для питьевых вод были достигнуты через 1,5 года [6].

Результаты эксплуатации пилотной установки подтвердили эффективность внутрислоевого очищения подземных вод в сложных гидрохимических условиях Тунгусского месторождения и явились основанием для разработки рабочего проекта первой очереди водозабора производительностью 106 тыс. м³/сутки. В 2011 году завершено строительство пускового комплекса – первой секции водозабора в составе 12 эксплуатационных скважин, обогатительной установки и 4 инфильтрационных скважин, оборудованных фильтрами на верхнюю часть пласта, для инициирования микробиологических процессов. Первый

пусковой комплекс Тунгусского водозабора мощностью до 25 тысяч кубометров питьевой воды в сутки запущен в стадию пуско-наладочных работ 29 ноября 2011 года [6]. Подача питьевой воды в Хабаровск после выполнения пуско-наладочных работ на 1 секции водозабора осуществляется с июля 2012 года.

Несмотря на весьма сложные гидрохимические условия, не имеющие аналогов в мире при внутрипластовой очистке, удалось достичь полной очистки воды от железа и марганца до концентраций ниже ПДК без применения реагентов и громоздких наземных сооружений.

Эксплуатация пилотной установки показала, что инициация микробиологического процесса в пласте путем искусственного пополнения водоносного горизонта кислородсодержащей водой с повышенным рН способствует ускорению процесса деманганизации.

Несомненным преимуществом технологии внутрипластовой очистки является и то, что формируемый в пласте биогеохимический барьер, на котором осаждаются железо и марганец, является препятствием для поступления к скважинам вредных примесей, транспортируемых вместе с речным фильтратом из р. Амур. По результатам моделирования известно, что при полной нагрузке водозабора (106 тыс. м³/сутки) до 65 % водоотбора питьевых подземных вод формируется за счет поступления речных вод из Пемземской протоки.

При любых негативных ситуациях барьер из гидроксидов железа и марганца, формирующийся в разрезе водоносного горизонта, способен сорбировать большинство микро- и макрокомпонентов подземных вод.

Расчетное время поступления речного фильтрата к скважинам при полной производительности водозабора составляет около 2 лет. За это время органические вещества, которые поступят в водоносный горизонт с речными водами, будут трансформироваться до углекислого газа и воды за счет активизации биогеохимических (микробиологических) процессов на контакте дно реки – водоносный горизонт и при движении по пласту.

Выполненными работами на Тунгусском месторождении доказана возможность очистки некондиционных подземных вод от нормируемых компонентов непосредственно в водоносном пласте до международных норм (железо - менее 0,1 мг/дм³, марганец – менее 0,05 мг/дм³).

Литература

1. Архипов Б.С., Кулаков В.В. Факторы и процессы формирования подземных железистых вод в северо-восточной части Среднеамурского артезианского бассейна // Сб. «Гидрогеологические исследования в Приамурье». – Владивосток: ТИГ АН СССР, 1979. – С. 94-102.
2. Кулаков В.В. Железо, марганец, кремний и фтор в пресных подземных водах Приамурья // Регионы нового освоения: экологические проблемы, пути решения: матер. Межрегион. научно-практ. конф., Хабаровск, 10 – 12 окт. 2008 г. – Кн.2. – С. 578-582.
3. Кулаков В.В. Использование внутрипластовой очистки подземных вод от железа и марганца (на примере г. Хабаровск) // Вестник ДВО РАН. – 2013. – № 2 (168). – С. 84-89.
4. Кулаков В.В. Водоподготовка питьевых вод в водоносном горизонте на Тунгусском водозаборе некондиционных подземных вод в Хабаровске // Водное хозяйство России. – 2016. – № 2. – С. 88-97.
5. Кулаков В.В., Кондратьева Л.М. Биогеохимические аспекты очистки подземных вод Приамурья // Тихоокеанская геология. – 2008. – Т. 27. – № 1. – С. 109-118.
6. Кулаков В.В., Стеблевский В.И., Домнин К.В., Тесля В.Г., Херлитциус Й. Опыт-промышленная эксплуатация пилотной установки очистки подземных вод на Тунгусском водозаборе // Водоснабжение и санитарная техника. – 2012. – № 7, – С. 29-35.
7. Kulakov V.V., Fisher N.K., Kondratieva L.M., Grischek T. Riverbank Filtration as an Alternative to Surface Water Abstraction for Safe Drinking Water Supply to the City of Khabarovsk, Russia // C. Ray and M. Shamrukh (eds.) Riverbank Filtration for Water Security in Desert Countries, Chapter 17. – Springer Science + Business Media B.V., 2011. – P. 281-298.

ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТОКА Р. СЕЛЕНГИ КАК РЕАКЦИЯ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ БАССЕЙНОВЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Сутырина Е.Н.¹

¹ ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», г. Иркутск, Россия

e-mail: ensut78@gmail.com

Аннотация. Река Селенга - трансграничный водный объект, являющийся самым крупным притоком Байкала. В данной статье приведены результаты изучения реакции стока река Селенги на изменение климатических и бассейновых факторов за период с 1948 по 2013 гг. В рамках исследования было проанализировано преобразование характера внутригодового распределение стока и дана оценка изменения связи стока реки Селенги с интенсивностью осадков в пределах её водосборного бассейна.

Ключевые слова: река Селенга, водосборный бассейн, внутригодовое распределение стока, данные реанализа NCEP/NCAR

CHANGE OF PARAMETERS OF THE SELENGA RUNOFF AS RESPONSE TO TRANSFORMATION OF WATERSHED AND CLIMATIC FACTORS

Sutyryna E.N.¹

¹*Irkutsk State University, Irkutsk, Russia*

e-mail: ensut78@gmail.com

Abstract. The Selenga River is a transboundary water body and the largest tributary of Lake Baikal. The results of the study of the response of the Selenga runoff to the change of climatic and watershed factors for the period of 1948 - 2013 are presented in this paper. In the course of investigation, the transformation of the intra-annual runoff distribution was analyzed, and the changes in the relationship between the Selenga River runoff and the intensity of precipitation within its watershed were estimated.

Keywords: the Selenga River, watershed, intra-annual runoff distribution, NCEP/NCAR reanalysis data

Р. Селенга – трансграничный водный объект, является самым крупным притоком Байкала, в среднем за год она приносит в озеро около 30 км³ воды, что составляет половину всего притока в озеро. Изменение водности р. Селенги неизбежно ведёт к изменению уровня оз. Байкал со всеми вытекающими последствиями. Ввиду сказанного выше, анализ реакции стока р. Селенги на изменения климатических и бассейновых факторов представляет собой актуальную задачу.

Сток представляет собой сложный природный процесс, обусловленный влиянием комплекса физико-географических факторов и хозяйственной деятельности. Главная роль в определении величины стока, а также его изменчивости, прежде всего принадлежит атмосферным факторам. В тоже время режим стока реки, а также его водоносность, во многом определяются природными особенностями водосборного бассейна, в пределах которого проявляется влияние факторов биосферы, гидросферы и литосферы. Таким образом, речной сток относится к многофакторным природным процессам.

Действие различных природных факторов проявляется по-разному. Одни из них способствуют стеканию атмосферных осадков по земной поверхности, другие замедляют сток или вовсе исключают возможность его образования. Основными факторами стока, определяющими его развитие, являются климатические. Климат воздействует на сток не только непосредственно, но и через другие природные факторы: почву, растительность, рельеф. На общем фоне воздействия климата на формирование стока и его величину проявляется влияние других, не климатических факторов: рельефа бассейна, геологического строения, степени облесённости, озёрности и заболоченности и т.д. [2].

Особое внимание при изучении факторов формирования стока должно уделяться изучению хозяйственной деятельности, оказывающей на водные ресурсы и режим рек влияние в двух направлениях: непосредственного изменения режима стока в руслах и изменения условий влагонакопления и расходования влаги в бассейне. Во первом случае мероприятия включают создание плотин и водохранилищ, изъятие воды из русел на орошение, питьевые и хозяйственные нужды. В втором случае изменения происходят в результате агротехнических, лесомелиоративных и гидромелиоративных мероприятий, включающих обработку земли, посадку или вырубку лесов, орошение и обводнение в зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения, осушения болот. Эти мероприятия изменяют гидрологический режим сравнительно медленно и стихийно. Влияние на водный объект посредством хозяйственной деятельности в пределах его водосбора обусловлено тем, что водосборный бассейн представляет собой систему различных по структуре и функциям ландшафтных образований, которые объединяются в ландшафтно-гидрологическую систему, и между географическим строением водосборного бассейна и функционированием гидрографической сети существует тесная связь [3, 5].

Хозяйственная деятельность, ведущаяся в пределах водосбора р. Селенги без соблюдения необходимых экологических требований, приводит к серьезным негативным изменениям окружающей среды: нарушению

водного баланса; усилению эрозионных процессов; загрязнению вод продуктами эрозии почв и смываемыми с полей органическими веществами; изменению структуры стока в сторону увеличения поверхностного; ухудшению экологической обстановки и увеличению пожарной опасности в лесу; интенсификации селей и лавин. Часть водосбора р. Селенги на территории Монголии является наиболее плотно населенной и интенсивно осваиваемой территорией, где сосредоточены крупнейшие города Монголии, размещены горнодобывающая, металлургическая, химическая отрасли промышленности, расположены пахотные, пастбищные и сенокосные поливные земли [1, 4]

Материалы и методы. Для изучения реакции стока р. Селенги на изменение климатических и бассейновых факторов в рамках данного исследования было изучено изменение внутригодового распределение стока за период с 1948 по 2013 гг. и исследовано изменение связи ее стока с величиной осадков в пределах водосборного бассейна. Для этого привлекались данные о среднемесячных расходах р. Селенги створе разъезд Мостовой, а также привлекались данные об осадках из архива реанализа NCEP/NCAR (The National Centers for Environmental Prediction / The National Center for Atmospheric Research).

Для оценки негативных изменений, происходящих в пределах водосборного бассейна р. Селенги, привлекались картографические материалы, составленные автором на основании анализа данных прибора AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) и подробно описанные в [6].

Полученные результаты. По климатическим данным NCEP/NCAR количество осадков, усредненное по водосбору р. Селенги, составило 376, 362 и 334 мм/год для периодов с 1948 по 1969 гг., с 1970 по 1991 гг. и с 1992 по 2013 гг. соответственно. Что свидетельствуют об уменьшении среднего по водосбору количества осадков на 11 % за весь период с 1948 по 2013 гг. Средняя приземная температура воздуха по данным NCEP/NCAR для

водосбора р. составила -4,3, -4,4 и -3,1 °С для периодов с 1948 по 1969 гг., с 1970 по 1991 гг. и с 1992 по 2013 гг. соответственно. Что свидетельствуют об увеличении температуры воздуха в среднем на 1,2 °С за исследуемый период. Известно, что вместе с ростом температуры должно происходить и увеличение зависящей от неё величины испаряемости, т.е. потенциально возможного, не лимитируемого запасами воды испарения в данной местности. Таким образом, происходит сокращение приходной и увеличение расходной части водного баланса изучаемого водосбора.

В ходе проведённого ранее исследования состояния подстилающей поверхности водосбора р. Селенги по данным AVHRR [6] было выявлено наличие интенсивной трансформации ландшафтов, проявляющейся за период только с 1999 по 2012 гг. в значительном сокращении площади, занимаемой густыми лесами на 17 % и увеличении площади степей на 21 %. Сохранение выявленных темпов деградации ландшафтов неизбежно приведёт к существенному сокращению гидрографической сети и изменению водного режима сначала малых рек, а затем к изменению водного режима самой р. Селенги.

Для анализа изменений параметров водного режима р. Селенги вслед за изменением климатических и бассейновых факторов массив данных об осадках и расходах был поделен на 3 подмассива: с 1948 по 1969 гг., с 1970 по 1991 гг. и с 1992 по 2013 гг. Далее для каждого, из указанных периодов были построены кривые зависимости расходов от осадков со сдвигом 1 месяц с учётом среднего времени добегания по скользящим средним значениям данных величин за 5 месяцев, что обусловлено генетическими особенностями формирования стока и регулирующим и аккумулирующим влиянием речного бассейна, особенно в холодное время года (рис. 1). Данные графики демонстрируют (см. рис. 1) последовательное снижение величин расходов при одинаковых величинах осадков сначала за период с 1970 по 1991 гг. по сравнению с предшествующему периодом с 1948 по 1969 гг., потом за период с 1992 по 2013 гг. по отношению к предыдущему периоду с

1970 по 1991 гг. Причём гораздо более выраженные изменения произошли именно за последний период. Кроме того, в более поздние периоды наблюдается всё большее отклонение графиков зависимостей от прямой линии.

Также в более ранний период с 1948 по 1969 гг. кучность точек несколько выше, чем в последующие периоды. Бóльшая кучность точек в данном контексте говорит о меньшем диапазоне возможных расходов при одной и той же величине осадков и может соотносится с большей регулирующей способностью бассейна в период с 1948 по 1969 гг. и постепенное снижение этой способности в более поздние периоды с связи с характерным для негативных изменений подстилающей поверхности увеличением склоновой составляющей стока.

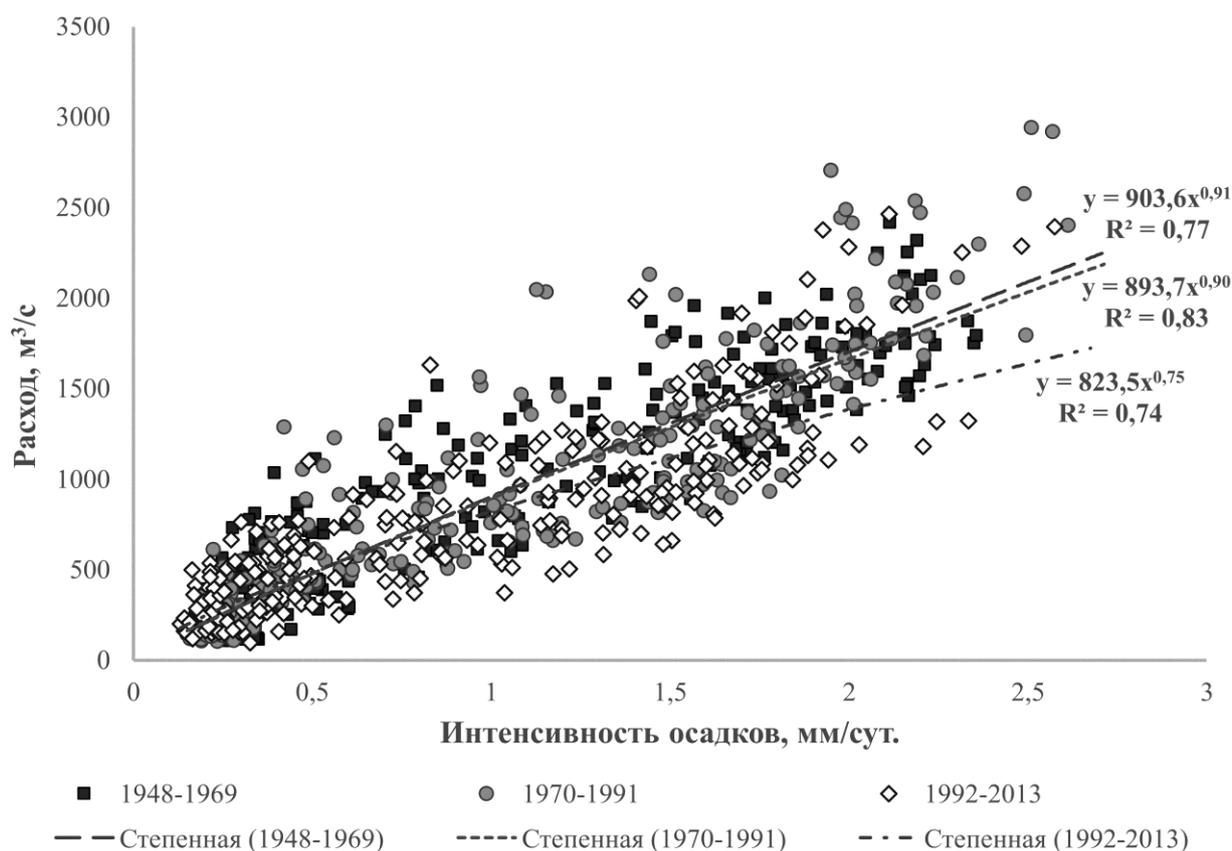


Рис. 1 – Графики зависимости скользящих средних за 5 месяцев значений расходов р. Селенги в створе разъезд Мостовой и осадков, осредненных по всем узлам в пределах водосбора р. Селенги с учётом времени добегания

В целом полученные зависимости и характер распределения точек показывают, что произошло понижение расходов при одних и тех же

значениях, что вполне соотносится с увеличением расходных статей водного баланса, происходящем как вследствие увеличения температуры, так и деградации ландшафтов, и нерациональном ведении лесного и сельского хозяйства. Для исследования данных проявлений помимо оценки изменения характера связи расходов с осадками в работе также анализировалось преобразование внутригодичного изменения стока указанных водотоков в указанные периоды.

В практике гидрологических расчетов внутригодичное распределение стока обычно оценивается для лет с водностью наиболее близкой к характерной. Поэтому в рамках данной работы было определено внутригодичное распределение методом реального года для многоводных (обеспеченностью 10 и 25 %), средневодных (50 %) и маловодных (75 и 90 %) лет.

Ниже на рис. 2 приведено внутригодичное распределение стока в многоводные, средневодные и маловодные годы в створе разъезд Мостовой на р. Селенге за периоды с 1948 по 1969 гг. (см. рис. 2 а), с 1970 по 1991 гг. (см. рис. 2 б) и с 1992 по 2013 гг. (см. рис. 2 в), оцененное в ходе исследования. На данных столбчатых диаграммах явно прослеживается последовательное снижение регулирующей способности бассейна за указанные периоды времени. При этом видно, что за период с 1948 по 1969 гг. при любой водности сток с мая по сентябрь имеет близкие значения в долях от стока за год. В последующий период лет начинает более выражено проявляться повышение стока в годы особенно в годы с высокой и средней водностью. Наиболее всего проявляется снижение регулирующей функции бассейна в период с 1992 по 2013 гг. в годы с высокой водностью (обеспеченностью 10 %).

На диаграммах (рис. 3), отображающих внутригодичное распределение осадков в годы с водностью близкой к заданной, видно, что существенных различий в распределении осадков во все указанные периоды не наблюдается, а в период с 1992 по 2013 гг. пики даже менее выражены.

Таким образом, значительное изменение во внутригодовом распределении стока р. Селенги не связано с внутригодовым распределением осадков, которое не претерпело каких-либо существенных перемен.

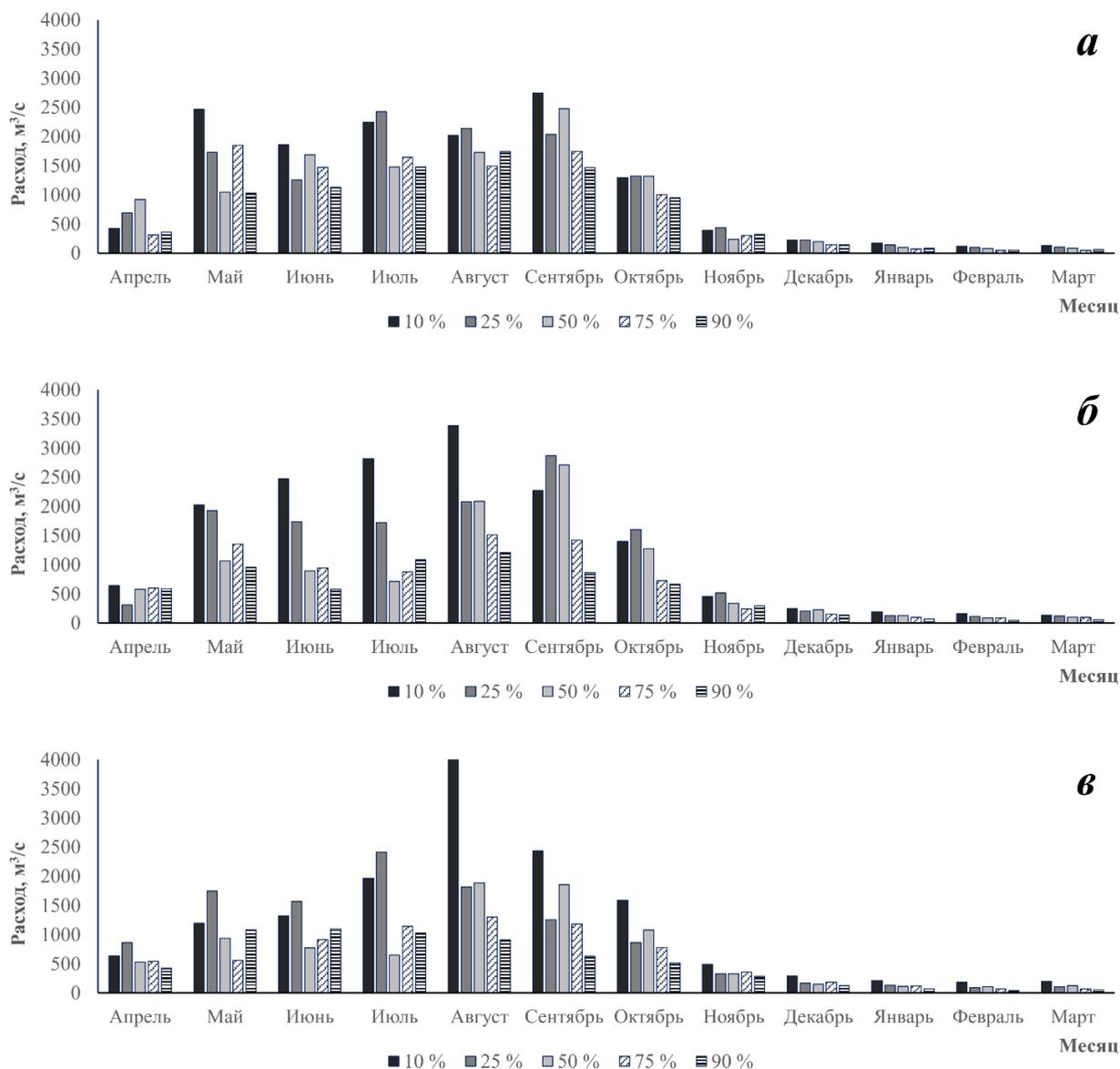


Рис. 2 – Внутригодовое распределение стока р. Селенги в створе разъезд Мостовой в годы с различной водностью за периоды с 1948 по 1969 гг. (а), с 1970 по 1991 гг. (б) и с 1992 по 2013 гг. (в).

Возможное объяснение трансформации внутригодового распределения стока может заключаться в увеличении склонового стока под влиянием деградации ландшафтов, которое может негативно сказываться как на величине годового стока, так и на его внутригодовом распределении и уменьшение регулирующей роли водосборного бассейна.

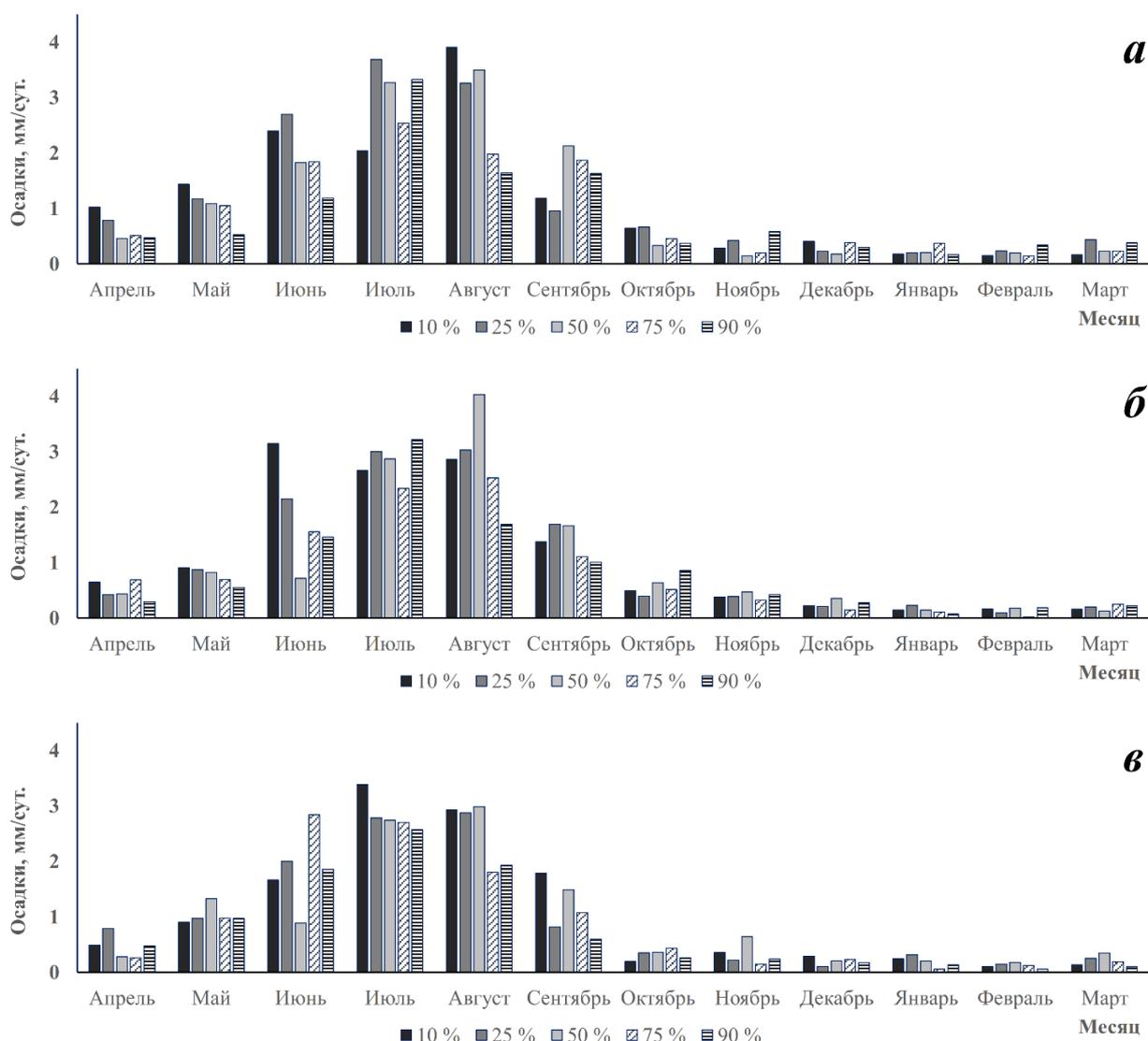


Рис. 3 – Внутригодовое распределение средних на территории водосборного бассейна осадков в годы с различной водностью за периоды с 1948 по 1969 гг. (а), с 1970 по 1991 гг. (б) и с 1992 по 2013 гг. (в)

При такой значительной величине водосборного бассейна, как у р. Селенги, в условиях, приближенных к естественным должна в значительной степени проявляться его роль как регулятора стока, так как в пределах такого большого водосбора количество и режим поступления на его поверхность талых и дождевых вод становится значительно разнообразнее. Кроме того, с увеличением размеров бассейна возрастает длина путей движения воды по русловой сети и время добегания воды через толщу почв и горных пород, возрастают глубина вреза речного русла и относительный объем подземного стока в общей его величине. В некоторой степени водосборный бассейн таких размеров может осуществлять не только внутригодовое, но и многолетнее регулирование речного стока. В многоводные годы в большей

степени пополняются запасы почвенных и грунтовых вод, часть которых переходит на следующий год.

Исследования влияния типа подстилающей поверхности в пределах водосбора на сток [2] показали, что в лесу в целом водопроницаемость почвы выше, чем в поле. Этому способствует как мощная корневая система деревьев и подлеска, так и лесная подстилка. Значительная роль принадлежит также богатым гумусом, рыхлым верхним слоям почвы в лесах. Лесная подстилка обладает большой влагоемкостью и предохраняет почвенные поры от заиливания. Склоновый сток как снеговых, так и дождевых вод в лесу крайне мал. Это является следствием хорошей инфильтрационной способности лесных почв. Просачиванию воды в почву весной способствуют к тому же относительно меньшие интенсивность снеготаяния весной, и глубина промерзания почвы зимой по сравнению с полем. Часто дожди, вызывающие хорошо выраженные паводки в речных бассейнах, лишенных леса, в лесу не образуют паводочного стока. В лесу питание грунтовых вод более обильное, чем в поле. При дренировании подземных вод речной сетью это приводит к увеличению грунтового стока в реки и повышению меженного стока. В этом большое водоохранное и регулирующее значение леса.

Рубки леса, выпас скота нарушают лесную подстилку, ухудшают инфильтрационную способность почв и видоизменяют водный баланс. Степень этого влияния различная. После механизированных рубок с применением трелевочных тракторов водоохранное значение лесов даже после возобновления древостоев надолго ослабляется вследствие ухудшения водорегулирующей способности лесных почв [2].

Таким образом, в результате дефорестации и остепения ландшафтов происходит увеличение максимальных расходов половодья и паводков на р. Селенге при уменьшении их продолжительности. В связи с этим увеличивается опасность катастрофических наводнений, эрозии и смыва почвы. Сток при этом в целом уменьшается, но становятся более выраженными пики экстремальных расходов, а распределение в году становится менее выровненным за счет уменьшения роли подземных вод и

их поступления, и в целом снижения регулирующей роли бассейна, что и наблюдается при сопоставлении внутригодового распределения стока р. Селенги в различные периоды.

Выводы. В ходе проведенного исследования выявлены существенные изменения климатических и бассейновых факторов, приведшие к существенной трансформации внутригодового распределения стока р. Селенги и изменению характера зависимости её расхода от осадков.

Таким образом, сочетание изменения климатических характеристик с нерациональной хозяйственной деятельностью уже привели к негативным преобразованиям параметров стока р. Селенги всего за период с 1948 по 2013 гг.

На фоне уже имеющих негативных изменений стока р. Селенги планируемые мероприятия, включающие создание ряда плотин и водохранилищ на р. Селенге и её притоках, Эгийн-гол, Орхон и т.д., в том числе для переброски стока из указанной водной системы в пустыню Гоби, могут стать причиной дальнейшего усугубления сложившейся ситуации как на указанных водотоках, так и в самом оз. Байкал, и должны быть всесторонне изучены на предмет негативного влияния на гидрологический режим данных водных объектов до начала их реализации.

Литература

1. Гулгонов В.Г., Рыбальский Н.Г. Влияние отраслей народного хозяйства Республики Бурятия на состояние окружающей природной среды. – М., 1996. – 220 с.
2. Комлев А.М. Закономерности формирования и методы расчетов речного стока / А.М. Комлев. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2002. – 157 с.
3. Копысов С.Г. Ландшафтная гидрология геосистем лесного пояса Центрального Алтая: автореф. дис.... канд. геогр. наук: 25.00.23: защищена 28.06.2005. – Томск, 2005. – 18 с.
4. Лехатинов А.М. Экогеологическая обстановка и основные особенности изучения ее состояния в бассейне озера Байкал // Байкал – мировой наследие. – М.: Издание Совета Федерации по природным ресурсам и охране окружающей среды. – С. 50-55.
5. Семенов В.А. Ресурсы пресной воды и актуальные задачи гидрологии // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – № 10. – С. 63-69.
6. Сутырина Е.Н. Изучение негативных изменений подстилающей поверхности в пределах водосбора озера Байкал // Международный научно-исследовательский журнал. – 2014. – № 1-3 (20). – С. 92-94.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ФОРМИРОВАНИЕ СТОКА РЕК ГОРНО-ПРЕДГОРНЫХ ЗОН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Фазылов А.Р.¹, Эргешов А.А.², Кобулиев З.В.¹

¹ *Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН Республики Таджикистан, г. Душанбе, Республика Таджикистан*

² *Кыргызский аграрный университет имени К.И. Скрябина, г. Бишкек, Кыргызская Республика*

e-mail: alijon53@rambler.ru

Аннотация. Одним из ограничивающих факторов развития стран Центральной Азии (ЦА) является дефицит водных ресурсов. Для территории ЦА отмечается интенсивное потепление климата, ведущее к таянию ледников - основных хранилищ пресной воды для речных бассейнов, формирующих водные ресурсы. Совместная выработка адаптационных мер с учетом интересов стран региона в условиях влияния изменения климата на формирование стока является важной задачей.

Ключевые слова: водные ресурсы, формирование, климат, изменение, температура

GLOBAL CLIMATE CHANGE INFLUENCE ON WATER FLOW FORMATION IN RIVERS OF CENTRAL ASIA MOUNTAIN AND FOOTHILL AREAS

Fazilov A.R.¹, Ergeshov A.A.², Kobuliev Z.V.¹

¹ *Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan*

² *Kyrgyz Agrarian University named after K.I. Scriabin, Bishkek, Kyrgyz Republic*

e-mail: alijon53@rambler.ru

Abstract. One of the limiting factors of development of the countries of the Central Asia (CA) is deficiency of water resources. In Central Asia, an intensive climate warming takes place that leads to the melting of glaciers, which are the main fresh water storage for river basins, which form water resources. Joint development of adaptation measures taking into account the interests of the Central Asia countries under the influence of the global climate change on the runoff formation is an important task.

Keywords: water resources, formation, climate, change, temperature

Одним из важнейших составляющих окружающей среды, обеспечивающих благополучие населения, существование животного и растительного мира является возобновляемый, но вместе с тем ограниченный и уязвимый природный ресурс – вода. За последние десятилетия водопотребление и водопользование постоянно повышается, увеличивается воздействие хозяйственной деятельности на гидрологический режим водотоков, существенно увеличиваются потребности ирригации, населения и промышленности, в частности, и в странах Центральной Азии.

С точки зрения географической науки Центральная Азия- это крупный регион, включающий, помимо Средней Азии, также Монголию и западную часть Китая. В данной статье рассмотрение водно-ресурсной тематики ограничено территориями Кыргызстана, Туркменистана, Таджикистана, Узбекистана и Казахстана, основная часть которого расположена в этом регионе.

ЦА расположена в центре Евразийского материка, ее площадь 3882000 км², численность населения более 68 млн человек (на 2015 г.), причем более 82% населения проживает в бассейне Аральского моря. Она граничит с Афганистаном и Ираном на юге, с Китаем – на востоке и с Россией – на западе и севере. Практически на всей территории ЦА господствует резко континентальный засушливый климат и преобладают пустынные ландшафты, кроме горных районов, где восходящие потоки воздушных масс охлаждаются. Формирование поверхностных и подземных вод региона зависит от горных систем Тянь-Шаня, Алтая, Памира, обеспечивающих поддержание баланса водных ресурсов в Центральной Азии.

Таджикистан и Кыргызстан – это страны с достаточными водными ресурсами, расположенные в зоне формирования водного стока, а Казахстан, Туркменистан и Узбекистан – страны с недостаточными водными ресурсами, находящиеся в зоне рассеивания стока. При этом для Таджикистана и Кыргызстана использование воды осуществляется в основном для развития гидроэнергетики, а для Казахстана, Туркменистана и Узбекистана – для орошаемого земледелия.

В частности, ежегодно вода в объеме 30–35 км³, проходя через гидроэлектростанции Таджикистана, вырабатывает в целом 16–17 млрд. кВт часов электроэнергии [7].

Водные ресурсы Казахстана формируются во многом за границами государства, что говорит о степени важности проблемы водных ресурсов для страны, в том числе крупнейшие реки Казахстана: Иртыш, Сырдарья и Или берут начало, или протекают частью на территории других государств. Формируемые же на территории Казахстана водные ресурсы главным образом включают: озера (190 км³), подземные воды (41–42 км³) и ледники (95 км³).

Ресурсы поверхностных вод Казахстана в средний по водности год составляют 100,5 км³, из которых только 56,5 км³ формируется на территории республики. Остальной объем – 44,0 км³ – поступает из сопредельных государств: Китая – 18,9 км³, Узбекистана – 14,6 км³, Кыргызстана – 3,0 км³, России – 7,5 км³ [2].

Распределение поверхностных вод по территории Узбекистана крайне неравномерно. В стране 17 777 естественных водотоков, 600 из которых относятся к бассейну Аральского моря. Основной областью формирования стока является горная часть территории страны. Основные реки Узбекистана - Сырдарья и Амударья, берут свое начало в высокогорьях Кыргызстана и Таджикистана. По территории страны протекают также их притоки и составляющие: Нарын, Карадарья, Сох, Чирчик. Зеравшан, Сурхандарья. В Республике 505 озер, в основном малые водоемы с площадью менее 1 км², а горное оледенение (малые формы) сосредоточено в верховьях рек Пскем, Сурхандарья и Кашкадарья. При этом собственный речной сток составляет 9,7 км³, а с учетом использованного стока, сформировавшегося за пределами Узбекистана – 57,8 км³. Утвержденные запасы подземных вод составляют 7,8 км³ [1].

Кыргызстан – единственная страна ЦА, водные ресурсы которой полностью формируются на собственной территории. Огромные объемы водных ресурсов Кыргызстана сконцентрированы в 6580 ледниках, запасы которых составляют около 760 млрд м³. Общая площадь всех ледников превышает 8 тыс. м², и занимают 4.1% всей территории КР. В летний период за счет ледникового стока формируется значительная часть водных ресурсов рек высокогорных районов.

На территории республики насчитывается около 5 тыс. рек и 2 бессточных озера – Иссык-Куль и Чатыр-Куль. Два озера являются внутренними бассейнами, величина их речного стока составляет около 3,5% от речного стока на территории республики. Суммарный многолетний средний годовой речной сток на территории республики по состоянию на 2010 г. оценивается в 47,8 км³. Потенциальные эксплуатационные запасы пресных подземных вод КР оцениваются в 13 км³ [9]. Годовой сток поверхностных вод составляет 50 км³/год. На территории республики находится значительное количество озер и других природных водоемов с общей площадью около 6697 км² с общим годовым объемом воды порядка 1745 млрд м³.

В Таджикистане имеется 947 рек, постоянных и сезонных водотоков (саи), возобновляемый водный сток которых в среднем составляет 64 км^3 в год, в том числе $1,1 \text{ км}^3$ /в год в бассейне реки Сырдарьи и $62,9 \text{ км}^3$ /в год в бассейне реки Амударьи. Порядка 55% среднегодовых водных ресурсов бассейна Аральского моря формируются в Таджикистане. Специфическая орография и климат способствовали тому, что Таджикистан является центром крупного современного оледенения в ЦА. В Таджикистане формируется около 90% поверхностного стока, при этом здесь также формируется 55,4% среднегодового стока Центральной Азии. Общая площадь ледников составляет 11,146 тыс. км^2 или 8% территории страны. Водные ресурсы, содержащиеся в ледниках, составляют порядка 845 км^3 . В Таджикистане имеется 1300 природных озёр с акваторией 705 км^2 . Общий объём водных ресурсов в этих озёрах составляет $46,3 \text{ км}^3$, из которых 20 км^3 являются пресными. Общее количество водохранилищ в Таджикистане составляет 11 единиц с общим полезным объёмом порядка $7,5 \text{ км}^3$ [7].

Хранилищами воды, а также регуляторами климата и стока называют ледники, являющиеся, вместе с вечными снегами, источником питания рек Аральского бассейна и формирующие огромные запасы пресной воды. Ледники Таджикистана и Кыргызстана играют важную роль в формировании рек Амударьи и Сырдарьи – крупнейших водных артерий Центральной Азии и бассейна Аральского моря. Зона формирования стока реки Сырдарьи расположена на территории Кыргызстана.

Следует отметить, что водные ресурсы Афганистана также вносят значительный вклад в общий бассейн Аральского моря и содержит часть бассейна Амударьи ($166,000 \text{ км}^2$ или 16,2%), а также $80,000 \text{ км}^2$ (44%) бассейна Теджен – Мургаб, что в общей сложности составляет $246,000 \text{ км}^2$ в бассейне Аральского моря в целом (14,2%).

Общий объём водных ресурсов Туркменистана, используемых отраслями экономики, складывается из поверхностного стока рек Амударья, Мургаб, Теджен, Атрек и мелких водотоков северо-восточных склонов Копетдага и незначительных объёмов подземных и коллекторно-дренажных вод. В водохозяйственном балансе на поверхностные водные ресурсы

приходится порядка 87,5–98,2% от объема всех водных ресурсов. Все поверхностные водные ресурсы, участвующие в водохозяйственном балансе Туркменистана формируются за его пределами и по своей сути являются трансграничными. Общий объем водных ресурсов Туркменистана составляет 25–26 км³. Однозначно можно заявить, что Туркменистан, обладая огромным климатическим потенциалом и земельными ресурсами, испытывает существенный дефицит водных ресурсов [3]. В таблице 1 приведены данные оценке речного стока стран ЦА.

Таблица 1 – Краткая характеристика и оценка речного стока стран Центральной Азии (по состоянию на 2006г.) [8]

Страна	Речной сток, в среднем за год			Водообеспеченность на одного жителя в среднем за год				Водообеспеченность территории на 1 км ² в среднем за год			
	местного формирования	суммарные водные ресурсы		водные ресурсы местного формирования		суммарные водные ресурсы		водные ресурсы местного формирования		суммарные водные ресурсы	
		км ³	км ³	место	тыс. м ³	место	тыс. м ³	место	тыс. м ³	место	тыс. м ³
Казахстан	56,5	100,5	2	3,34	3	5,95	3	20,7	4	36,8	5
Кыргызстан	50	50	3	8,93	1	8,93	1	251,2	2	251,2	2
Таджикистан	58,9	64	1	7,46	2	8,1	2	411,6	1	447,2	1
Туркменистан	1,41	23,94	5	0,21	5	3,57	4	2,9	5	48,7	4
Узбекистан	9,5	63,02	4	0,32	4	2,11	8	21,2	3	140,4	3

Из стока реки Сырдарья Узбекистан получает 50,5%, Казахстан 42%, Таджикистан 7% и Кыргызстан 0,5%. Сток реки Амударья распределяется следующим образом: Узбекистану 42,2%, Туркмении 42,3%, Таджикистану 15,2%, Кыргызстану 0,3%.

Одним из основных зон формирования водных ресурсов Центрально-Азиатского региона являются Таджикистан и Кыргызстан, на долю которых выпала нелегкая миссия. Народному хозяйству этих стран наносится большой ущерб из-за ежегодных стихийных бедствий, характерные для этой зоны: наводнения, селевые потоки, оползни и т.д. В результате разрушаются дороги, мосты, линии электропередач и связи, дамбы, административные и жилые дома, слои глины накрывают пашни и поля.

Дефицит водных ресурсов в Центральной Азии является одним из главных ограничивающих факторов развития стран региона как в современных условиях так и в перспективе. Прогнозируемое

увеличение водопотребления ведёт к возникновению конкуренции за воду между секторами экономики и в частности между ирригацией и энергетикой, как на региональном так и на локальном уровнях. Потребность орошаемого земледелия реализуется за счет более чем 90% водозабора из бассейнов рек региона. Немаловажным фактором является также и изменение климата, вынуждающее активно изучать проблемы, связанные с уязвимостью экономики и населения, разрабатывая при этом, различные сценарии последствий его изменения и способы, позволяющие реально к ним адаптироваться. По утверждению специалистов, отмечаемое во всей Центральной Азии интенсивное потепление климата и перспективная оценка водных ресурсов региона, с учетом изменения климата, не предполагает увеличения имеющихся водных ресурсов.

Согласно инструментальным наблюдениям, основной причиной изменения климата в ЦА является значительное повышение приземной температуры воздуха. В таблице 2 приведены данные повышения осредненной среднегодовой температуры воздуха по странам ЦА.

Таблица 2 – Повышение осредненной по территории стран ЦА среднегодовой температуры воздуха за период инструментальных измерений [4]

Страна	Годы измерений	Повышение температуры, °С/10лет
Казахстан	1936–2005	0,26
Кыргызстан	1883–2005	0,08
Узбекистан	1950–2005	0,29
Таджикистан	1990–2005	0,10
Туркменистан	1961–1995	0,18

Как известно, основным резервом питания рек и важнейшим источником чистой пресной воды являются ледники горных районов ЦА. Дефицит оросительной влаги в самый жаркий период года, когда запасы сезонного снега уже истощаются и потребность в ней наиболее велика, восполняется продуцируемыми ледниками талой водой.

Влияние изменения климата ведет к повсеместному отступанию ледников, сокращению их запасов и водности рек, ограничивают доступность воды для стран низовья, угрожая не только балансу системы водных ресурсов Центральной Азии, но также и на взаимоотношения между странами региона.

Значительное воздействие на водные ресурсы РТ оказывает изменение климата. В последнее десятилетие повышение средней температуры воздуха в Таджикистане на $0,7-1,9^{\circ}\text{C}$, привело к таянию тысячи малых ледников, что в средне и долгосрочной перспективе может привести к уменьшению водности рек. В дополнение к этому наблюдается воздействие этих изменений на гидрологическую уязвимость, наносящие отрицательные воздействия на управление и использование водных ресурсов, что требует срочных мер по обеспечению устойчивости и адаптации к ним, включая улучшение прогнозирования, повышение внимания вопросам уменьшения ущерба от наводнений, оползней, селей, совершенствования управления верховьями бассейнов.

Изменение климата имеет прямое влияние на распределение водных ресурсов. В Кыргызстане за 20 лет средняя температура повысилась с $4,8^{\circ}\text{C}$ до 6°C . По самым пессимистичным прогнозам, за это столетие средняя температура в Кыргызстане может повыситься на 8°C от сегодняшней средней температуры [10].

Следует отметить, что повышение темпов образования наносов и их стока, происходит в основном из-за изменения климата и связано непосредственно с количеством осадков и значением водостока. Изменение климата увеличивает частоту экстремально интенсивных осадков, существенно влияет на фракционный состав наносов.

На основе анализа существующих данных по изменению стока наносов, обусловленных изменением климата, для рек Гунт, Муксу (приток Вахша) и Кафирниган, можно сделать вывод о том, что к 2050-ым годам предполагается повышение годовой температуры на $1,5^{\circ}\text{C}$ и увеличение годовой суммы осадков на 22%. Результатом такого сценария может быть (табл. 3) увеличение стока наносов Гунтом (+62%) и Муксу (+11%) и соответственно увеличение стока наносов в рр. Вахш и Пяндж, что, соответствует прогнозируемому повышению температуры (ведущему к таянию ледника) и увеличению количества осадков.

Таблица 3 – Предварительный анализ влияния изменения климата на сток наносов по рекам в РТ [6]

Река	Положение на октябрь месяц 2011 г.			Сценарий изменения климата: повышение температуры на 1,5 ⁰ С и увеличение количества осадков на +22% к 2050 году		
	Площадь гляциации, км ²	Доля, в %, твердых осадков в совокупных годовых осадках	Сток наносов тонна/год	Площадь гляциации км ²	Доля, в %, твердых осадков в совокупных годовых осадках	Сток наносов тонна/год
Гунт	609	94	37	380	89	60
Муксу	2085	100	2000	1680	100	2220

Изменение климата ведет к изменению средних значений типичных климатических переменных, таких как температура и количество осадков, а также к смене частоты, интенсивности, пространственных рамок и продолжительности экстремальных погодных явлений. В Центральной Азии это проявляется засухой, периодами аномально жаркой погоды и чрезмерными осадками.

По сравнению со значениями стока второй половины XX века к 2020 году объем речного стока в бассейне Амударьи (**Таджикистан**) сократится на 3%, к 2035 году – на 5% и к 2050 году – на 6%, для территории **Кыргызстана** ожидается увеличение поверхностного стока в период до 2020–2025 года за счет увеличения ледниковой составляющей, и уменьшение стока приблизительно до 42,4–20,4 км³. Для территории **Казахстана** в ближайшие 30 лет водные ресурсы в горных бассейнах Казахстана увеличатся, в среднем от 0,8–4,5% до 14,0–22,5%. В равнинных же бассейнах рек они уменьшатся соответственно на 7,0–10,3%. В бассейне реки Сырдарьи (для территории **Узбекистана**) к 2030 году существенных изменений ресурсов не произойдет.

В результате предстоящих антропогенных изменений климата, водные ресурсы северной равнинной части Центрально-Азиатского региона в первой половине XXI века будут уменьшаться до 2030 года от 6% до 10%, а до 2050 года – 4-8%. Это связано с тем, что в равнинных бассейнах при повышении температуры воздуха будет уменьшаться глубина промерзания, вследствие

чего увеличатся потери стока на инфильтрацию, а также произойдет уменьшение периода снегонакопления перед началом весеннего половодья [5].

Устойчивое развитие экономик стран Центральной Азии, связанное с водными ресурсами, требует разработки стратегии по решению проблем климатических изменений негативно влияющие на их формирование и принятия безотлагательных адаптационных мер, как на национальном, так и на региональном уровнях. Меры адаптации должны разрабатываться общими усилиями стран ЦА, с учетом совместного использования водных ресурсов.

Литература

1. Агальцева Н. Воздействие изменения климата на водные ресурсы Узбекистана. https://www.unesco.org/fileadmin/DAM/env/water/meetings/Assessment/Almaty%20workshop/pdf/day1/Agaltseva_UZ_Climate_Change.pdf
2. Водные ресурсы Республики Казахстан. <http://www.carecnet.org/assets/files/May%202009/vodnie%20resursi%20rk.pdf>
3. Вольмурадов К.М. Водные ресурсы Туркменистана: потенциал, использование, технология и экология. <http://www.cawater-info.net/library/rus/almaty/volmuradov.pdf>
4. Влияние изменения климата на водные ресурсы в Центральной Азии. Евразийский Банк Развития. ИК МФСА. Сводный доклад РГЦ. – Ташкент, 2009. – С.4.
5. Ибатуллин С.Р., Ясинский В.А., Мироненков А.П. Влияние изменения климата на водные ресурсы в Центральной Азии // Отраслевой обзор. Евразийский банк развития, 2009 г. – Алматы, 2009. – С. 5. http://www.cawater-info.net/library/rus/eabr_1.pdf].
6. Пилотная программа повышения устойчивости к изменениям климата (ППУИК): Таджикистан. Проект А4 этапа I ППУИК: Повышение устойчивости гидроэнергетического сектора Таджикистана к изменениям климата. – 2011. – С. 24.
7. Программа реформы водного сектора Таджикистана на период 2016-2025 гг. – 50 с. http://www.cawater-info.net/bk/water_law/pdf/tj_791_2015.pdf
8. Современные тенденции в совершенствовании управления водными ресурсами в государствах – участниках СНГ. Отраслевой обзор №19. ЕАБР. – Алматы, 2013. – с. 16.
9. Третье национальное сообщение Кыргызской Республики по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. – Бишкек, 2016. – С. 42-43. https://unfccc.int/files-/national_reports/non-annex_i_natcom/application/pdf/nc3_kyrgyzstan_russian_24jan2017.pdf
10. ЮНИСЕФ: Кыргызстан является одной из самых уязвимых стран к изменению климата в регионе Центральной Азии. – <http://knews.kg/2017/03/yunisef-kyrgyzstan-yav-lyaetsya-odnoj-iz-samyh-uyazvimyh-stran-k-izmeneniyu-klimata-v-regione-tsentralnoj-azii/>

**ОПЫТ РАЗРАБОТКИ НОРМАТИВОВ ДОПУСТИМОГО СБРОСА
ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ В СООТВЕТСТВИИ С ПРИКАЗОМ
МИНПРИРОДЫ РФ № 63 ОТ 5 МАРТА 2010 Г.**

Цибудеева Д.Ц.

*Территориальный отдел водных ресурсов по Республике Бурятия Енисейского БВУ
г. Улан-Удэ, Россия*

e-mail: dar_cib@mail.ru

Аннотация. В статье приводится опыт разработки нормативов допустимого сброса веществ и микроорганизмов в водные объекты с использованием нормативов допустимого предельно допустимых воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал, утв. приказом Минприроды РФ от 05 марта 2010 г. № 63; рассматриваются предложения по методическому совершенствованию процедуры разработки НДС.

Ключевые слова: сброс сточных вод, нормативы допустимого сброса веществ и микроорганизмов в водные объекты, нормативы предельно допустимых воздействий

**EXPERIENCE IN THE DEVELOPMENT OF STANDARDS FOR PERMISSIBLE
DISCHARGES OF SUBSTANCES INTO WATER BODIES IN ACCORDANCE WITH
ORDER of MINPRIRODY of Russia No. 63 of MARCH 5, 2010.**

Tsibudeeva D.Ts.

Territorial Department of Water Resources in the Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Russia

e-mail: dar_cib@mail.ru

Abstract. The paper presents the experience on the development of standards for permissible discharges of substances and microorganisms into water bodies using the allowable standards of maximum permissible impacts on unique ecological system of Lake Baikal (approved by the order of Minprirody of Russia of March 5, 2010 No. 63); the proposals for the improvement of VAT are considered.

Keywords: sewage, standards for permissible discharges of substances and microorganisms in water objects, standards of maximum permissible impacts

Одним из основных источников антропогенного загрязнения являются сточные воды различного происхождения, поступающие в водные объекты как сосредоточенным стоком от предприятий промышленности и жилищно-коммунального хозяйства (далее – ЖКХ), так и рассредоточенным смывом с селитебных, промышленных и сельскохозяйственных территорий.

Для всех водопользователей, являющихся источниками воздействия на окружающую среду согласно Федеральному закону об охране окружающей среды №7-ФЗ от 10.01.2002 г. [9] должны быть установлены нормативы допустимых сбросов веществ и микроорганизмов (далее – НДС) на основе использования наилучших существующих технологий с учетом экономических и социальных факторов.

Кроме того, в целях охраны объекта всемирного наследия федеральным законом «Об охране озера Байкал» №94-ФЗ от 1.05.1999 г. [8] для Байкальской природной территории (далее – БПТ) предусмотрено

установление нормативов предельно допустимых вредных воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал с последующим совершенствованием утвержденных нормативов на основании данных научных исследований. Эти нормативы были утверждены приказом Минприроды РФ № 63 от 5.03.2010 г. и зарегистрированы Минюстом РФ 07.06.2010 N 17490 (далее – приказ № 63) [5]. С момента утверждения данные нормативы ни разу не пересматривались, несмотря на многочисленные проблемы, возникшие при работе с ними.

По данным федерального статистического наблюдения 2-тп (водхоз) на территории Республики Бурятия организованный сброс сточных, в том числе дренажных вод в поверхностные водные объекты в 2016 г. осуществляли 42 субъекта хозяйственной деятельности через 47 выпусков, 29 из которых оборудованы очистными сооружениями.

При этом в центральной экологической зоне (далее – ЦЭЗ) БПТ сброс сточных вод осуществлялся в семь рек – Селенга; Снежная, Мысовка, Тимлюй, Большая речка (бассейн рек южной части оз. Байкал); Тья, Кичера, а также в руч. Горячий и болото (бассейн рек северной части оз. Байкал). В буферной экологической зоне (далее – БЭЗ) к указанным приемникам сточных вод добавляются еще десять рек, озеро и два ручья: рр. Модонкуль, Джида (бассейн р. Джида), Тугнуй (бассейн р. Хилок), р. Ара-Кижга и руч. Березовка (бассейн р. Уда), рр. Цаган-Гол, Кяхтинка, Таловка, Тели и оз. Гусиное (бассейн р. Селенга), рр. Верхняя ангара, Малая Дзелинда, Итыкит (бассейн рек северной части оз. Байкал)

ТОВР по Республике Бурятия совместно с Минприроды республики в целях исполнения с п. 11 ст. 3 Водного кодекса РФ №74-ФЗ от 3.06.2006 г. [2] ведется планомерная системная работа по пресечению нелегитимного водопользования, в результате которой по состоянию на 13.06.2017 г. решения о предоставлении водных объектов в пользование для сброса сточных вод (далее – решения) оформили большинство субъектов, за исключением предприятий ЖКХ в периферийных Северо-Байкальском,

Муйском и Тункинском районах республики; а также осуществляется подготовка к согласованию и утверждению разработанных НДС.

По состоянию на 13.06.2017 г. на БПТ действует всего 6 НДС. Разработка, согласование и утверждение НДС сдерживается по разным причинам, в числе которых можно указать следующие:

1. Согласно Административному регламенту Федерального агентства водных ресурсов по предоставлению государственной услуги по утверждению нормативов допустимых сбросов веществ (за исключением радиоактивных веществ) и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей по согласованию с Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Федеральным агентством по рыболовству и Федеральной службой по надзору в сфере природопользования, утвержденным приказом Минприроды РФ от 2 июня 2014 № 246 (далее – Административный регламент) [1] разработка НДС осуществляется в соответствии с Методикой разработки НДС, утвержденной приказом Минприроды РФ от 17.12.2007 г. № 333 (далее – Методика) [4] которая, в свою очередь, не гармонизирована с нормативами по Приказу № 63. В результате при разработке, рассмотрении и согласовании НДС возникают методически не урегулированные противоречия:

1.1. Методика предусматривает расчет НДС на основе нормативов *качества воды водного объекта*, разработанных для условий питьевого, хозяйственно-бытового [7] и рыбохозяйственного водопользования [6].

Согласно Методике НДС определяется по формуле:

$$\text{НДС} = q \cdot C_{\text{ндс}}, \quad (1)$$

где q – максимальный часовой расход сточных вод, ($\text{м}^3/\text{ч}$),

$C_{\text{ндс}}$ – допустимая концентрация загрязняющего вещества, ($\text{г}/\text{м}^3$),

При этом

$$C_{\text{ндс}} = n(C_{\text{ПДК}} - C_{\text{ф}}) + C_{\text{ф}} \quad (2)$$

где: $C_{\text{пдк}}$ – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока, г/м³;

$C_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация загрязняющего вещества в водотоке (г/м³) выше выпуска сточных вод, определяемая в соответствии с действующими методическими документами по проведению расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков;

n – кратность общего разбавления сточных вод в водотоке, равная произведению кратности начального разбавления n_n на кратность основного разбавления n_o (основное разбавление, возникающее при перемещении воды от места выпуска к расчетному створу)

$$n = n_n \cdot n_o$$

Нормативы же по приказу № 63 рассчитаны применительно к качеству *сточных вод*. Формальное их применение в качестве $C_{\text{ндс}}$ противоречит пп. 25 п. III Методики, поскольку согласно последней $C_{\text{ндс}}$ – это допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока, г/м³, определяемая с учетом фоновой концентрации загрязняющего вещества в водном объекте и в соответствии с физическими, химическими, биологическими (в том числе микробиологическими и паразитологическими) и иными показателями состава и свойств воды водных объектов, определяющими пригодность ее для конкретных целей водопользования и/или устойчивого функционирования экологической системы водного объекта, т.е. [6, 7], но не концентрация загрязнителя в *сточной воде*.

Расчет НДС для поверхностных водных объектов, имеющих постоянную или временную гидравлическую связь с озером Байкал в пределах ЦЭЗ и БЭЗ БПТ в соответствии с таблицей 3 приказа № 63 на практике показывает, что нормативы по приказу № 63 рассчитаны без учета фоновых концентраций загрязняющих веществ в отдельных реках и озерах, расположенных в указанных зонах. Так, по данным Бурятского ЦГМС – филиала ФГБУ «Забайкальское УГМС» фоновые концентрации взвешенных

веществ достигали в воде Гусиного озера 5,45 (2006–2008 гг.); р. Верхняя Ангара 5,5 (2009–2013 гг.); р. Селенга 5,57 (2008–2012 гг.), при этом по приказу № 63 допустимое содержание взвешенных веществ в сточных водах не должно превышать 5,0 мг/дм³. Фоновые концентрации сульфатов в воде Гусиного озера на уровне 36,5 (2006–2008 гг.), 55,2 (2008–2012 гг.), 49,2 (2013–2014 гг.) также превышают нормативы сточных вод по приказу № 63, равные 25 мг/дм³.

Таким образом, для корректного расчета НДС по нормативам приказа № 63 необходимы методические указания по разработке НДС при условии устранения разночтений с Методикой или внесение изменений в Методику.

1.2. Нормативы по приказу № 63 устанавливают требования к качеству сточных вод, тогда как по Методике нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения [6] и гигиенические нормативы [7] устанавливают все-таки требования к качеству природных вод в контрольных створах [6] и местах питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования [7]. Поэтому при последующем пересмотре нормативов по приказу № 63 или при внесении изменений в Методику следует предусмотреть расчет достигаемых показателей качества воды водных объектов в контрольных створах, поскольку не все контрольные створы расположены в черте населенных мест, и в ряде случаев достижение требуемых по приказу № 63 нормативов сброса сточных вод на расстоянии (на водотоках – ниже по течению; на водоемах и морях - на акватории в радиусе) не далее 500 метров от места сброса сточных, в том числе дренажных вод – возможно. Данное дополнение послужит подспорьем, как при разработке НДС, так и при согласовании НДС заинтересованными организациями в лице территориальных органов Роспотребнадзора и Росрыболовства.

Кроме того, расчет концентрации загрязняющего вещества в контрольном створе позволит подтвердить обоснованность установления норматива с позиций обеспечения условия сохранения (неухудшения)

состава и свойств воды в водных объектах, сформировавшихся под влиянием природных факторов, как того требует федеральный закон «Об охране окружающей среды».

1.3. Расчет НДС по взвешенным веществам по приказу № 63 вступает в противоречие с Методикой, поскольку приказом № 63 установлено жесткое требование по допустимому содержанию взвешенных веществ в сточных водах на уровне $5,0 \text{ мг/дм}^3$, тогда как согласно п. 9 Методики – «Для тех веществ, для которых нормируется приращение к природному естественному фону, НДС определяются с учетом этих допустимых приращений к природному фоновому качеству воды». Данное противоречие тоже требует однозначного толкования.

1.4. Для отдельных водопользователей по целому ряду веществ использование нормативов по приказу № 63 при расчете НДС не представляется возможным вследствие того, что фактический сброс организации – водопользователя меньше норматива, и тогда в силу п. 12 Методики «в качестве НДС принимается фактический сброс».

Кроме разночтений с Методикой, возникают проблемы, связанные непосредственно с качественными показателями таблицы 3 приказа № 63, а именно:

1. Отсутствует процедура распределения утвержденных нормативов между водопользователями в пределах водохозяйственного участка;

2. В перечне показателей отсутствуют такие вещества, как марганец, кадмий, фторид-анион, молибден, бериллий, мышьяк. Исходя из сведений о фактическом сбросе загрязняющих веществ в водные объекты республики необходимо включить данные вещества в число показателей с учетом фактических фоновых концентраций поверхностных и подземных вод. При этом в случае отсутствия данных мониторинга за основу могут быть приняты ПДК_{рыб.}, т.к. все водные объекты на БПТ относятся к рыбохозяйственным.

3. Для устранения разночтений и создания единых требований при проведении испытаний сточных и природных вод следует гармонизировать терминологию в части наименования загрязняющих веществ, отличающуюся

в нормативно-правовых документах различных ведомств (табл. 1). Из указанной таблицы видно, что для нормирования сброса синтетических поверхностно-активных веществ таблицу следует дополнить нормативами по группам СПАВ - АСПАВ, КСПАВ, НСПАВ.

4. Нормативы по приказу № 63 совершенно не учитывают повышенное содержание отдельных веществ в подземных водах республики, используемых для питьевых и хозяйственных нужд, и впоследствии поступающих со сточными водами в водные объекты через очистные сооружения населенных пунктов

Так, большинство объектов ЖКХ используют для водоснабжения подземные воды, отличающиеся повышенными концентрациями нормируемых элементов, среди которых выделяются фторид-анион, железо, сульфаты, хлориды, марганец и натрий. Например, в бассейне р. Хилок в Тугнуйской впадине Мухоршибирского района на отдельных участках с локализацией гидрокарбонатно-сульфатных и сульфатных натриевых вод и минерализацией 0,4–1,3 г/дм³, концентрация (в мг/дм³) хлорида может достигать 109, сульфата – 630, фтора – 8,2, натрия – 384. В бассейне р. Селенга в Селенгинском районе в Гусиноозерской впадине гидрогеохимические условия осложнены распространением в окружающих породах подземных вод с повышенными концентрациями сульфата (50–70 мг/дм³) и железа (до 1,2 мг/дм³). На северо-западной границе месторождений локализованы фторсодержащие (концентрация Б от 1,7 до 8,4 мг/дм³) воды, в которых присутствует также железо в концентрации до 2ПДК. Концентрации фтора в подземных водах достаточно стабильны (0,5–1 мг/дм³), а содержания железа определяются диапазоном – от <0,05 до 0,8 мг/дм³ [3].

В результате рассчитанные в соответствии с нормативами по приказу № 63 НДС по таким веществам, как сульфаты, хлориды, взвешенные вещества намного ниже фактических фоновых концентраций поверхностных вод и исходных концентраций используемых подземных вод, что означает для водопользователя увеличение платы за негативное воздействие на окружающую среду в отсутствие загрязнения как такового. Кроме того, вследствие сложности достижения и соблюдения нормативов, утвержденных

на уровне требований приказа № 63 возникают проблемы при разработке проектов модернизации и реконструкции очистных сооружений, введенных в эксплуатацию как в 70-х годах XX столетия, так и в 2014–2016 гг. По данным разработчиков проектов реконструкции очистных сооружений очистка сточных вод до нормативных требований потребует внедрения, в частности, мембранных технологий, к недостаткам которых можно отнести: значительные капитальные вложения, относительно высокое электропотребление, потенциально большие затраты на замену мембранных модулей вследствие засоренности пор и недолговечности использования мембран, что неизбежно отразится на величине тарифов на услуги по водоотведению и очистке сточных вод. Существующие мембранные технологии водоподготовки, действительно, позволяют добиться требуемого нормативного качества питьевых вод. Однако использование их при очистке сточных вод еще не получило широкого распространения.

В последние годы неоднократно ставилась задача стимулирования установки локальных очистных сооружений населением и субъектами хозяйственной деятельности, особенно оказывающих рекреационные услуги на побережье озера Байкал. К сожалению, в условиях действия нормативов по приказу № 63 выполнение этой цели по изложенным выше причинам вызывает сомнения.

Таким образом, практический опыт разработки НДС для водных объектов, расположенных в пределах БЭЗ БПТ показал ошибочность разработанных нормативов по приказу № 63 при управлении антропогенной нагрузкой на водные объекты в связи с их несовершенством, а именно:

- жесткостью в сравнении с фактическими фоновыми концентрациями поверхностных вод и исходными концентрациями используемых подземных вод;

- сложностью технического достижения и соблюдения утвержденных показателей допустимого содержания веществ в сточных водах при их сбросе в поверхностные водные объекты, имеющие постоянную или временную гидравлическую связь с озером Байкал в пределах ЦЭЗ и БЭЗ БПТ.

Для корректной разработки НДС на основе нормативов по приказу № 63, использования их в качестве критериев нормирования сброса веществ необходим их пересмотра с учетом природных особенностей формирования качества вод при одновременной разработке и утверждении методических указаний по разработке НДС и (или) внесении изменений в Методику

В качестве мер экономического стимулирования внедрения наилучших доступных технологий представляется целесообразной разработка и совершенствование экономических механизмов стимулирования сокращения антропогенного воздействия, возврата платы за негативное воздействие в виде субвенций на модернизацию и реконструкцию очистных сооружений, внедрение наилучших доступных технологий.

Литература

1. Административный регламент Федерального агентства водных ресурсов по предоставлению государственной услуги по утверждению нормативов допустимых сбросов веществ (за исключением радиоактивных веществ) и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей по согласованию с Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Федеральным агентством по рыболовству и Федеральной службой по надзору в сфере природопользования, утвержденным приказом Минприроды РФ от 2 июня 2014 № 246 [Электронный ресурс]. – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_168900/42e59a89ac3ced2cc0c29040b662f26dc3fc65df/ (дата обращения 04.06.2017).
2. Водный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]. – <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102107048> (дата обращения 29.05.2017).
3. Кочнева В.Г. Формирование месторождений пресных подземных вод в осадочных отложениях мезозойских впадин Западного Забайкалья: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. – Улан-Удэ, 2004 – 18 с.
4. Приказ Минприроды РФ от 17.12.2007 № 333 «Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей» [Электронный ресурс]. – <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=21179> (дата обращения 04.06.2017).
5. Приказ МПР России от 5 марта 2010 г. «Об утверждении нормативов предельно допустимых воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал и перечня вредных веществ, в том числе веществ, относящихся к категориям особо опасных, высокоопасных, опасных и умеренно опасных для уникальной экологической системы озера Байкал [Электронный ресурс]. – <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12076656> (дата обращения 04.06.2017).
6. Приказ Минсельхоза РФ от 13.12.2016 n 552 "Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения" (зарегистрировано в Минюсте

- РФ 13.01.2017 № 45203) [Электронный ресурс]. – <https://minjust.consultant.ru/documents/22231> (дата обращения 04.06.2017).
7. СанПиН 2.1.5.980-00. 2.1.5. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарные правила и нормы (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.06.2000) (с изм. от 04.02.2011, с изм. от 25.09.2014) [Электронный ресурс]. – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_98117/ (дата обращения 04.06.2017).
 8. Федеральный закон от 1 мая 1999 г. № 94-ФЗ «Об охране озера Байкал» [Электронный ресурс]. – <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102059482&rdk=&backlink=1> (дата обращения 29.05.2017).
 9. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [Электронный ресурс]. – <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102074303> (дата обращения 29.05.2017).

Таблица 1 – Предложения по гармонизации терминологии

Приказ Росстата №230 от 19.10.2009 г.	Приказ Минприроды РФ №63 от 5.03.2010 г.	Распоряжение Правительства РФ №1316-р от 8.07.2015 г.	Приказ Минсельхоза РФ №552 от 13.12.16 г.
Азот аммонийный	Аммоний (NH ₄ ⁺)	Аммоний-ион	Аммоний-ион NH ₄ ⁺
Нитрат-анион NO ₃ ⁻	Нитраты (NO ₂ ⁻)	Нитрат-анион	Нитрат-анион NO ₃ ⁻
Нитрит-анион NO ₂ ⁻	Нитриты (NO ₃ ⁻)	Нитрит-анион	Нитрит-анион NO ₂ ⁻
Сульфат-анион (сульфаты) SO ₄ ²⁻	Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	Сульфат-анион (сульфаты)	Сульфат-анион SO ₄ ²⁻
Фосфаты (по Р)	Минеральный фосфор (P-PO ₄ ³⁻)	Фосфаты (по фосфору)	
Фтор (F)	-	Фторид-анион	Фторид-анион F
Хлориды (Cl)	Хлориды (Cl)	Хлорид-анион (хлориды)	Хлорид-анион Cl
Фенол	Фенолы (летучие с паром)	Фенол, гидроксibenзол	Фенол, гидроксibenзол Карболовая кислота C ₆ H ₆ O
	Абсорбированный органический хлор (АОХ)	АОХ (абсорбируемые галогенорганические соединения)	
ОП-10, СПАВ, смесь моно- и диалкилфеноловых эфиров полиэтиленгликоля	Синтетические Поверхностно-активные вещества (СПАВ)	АСПАВ (анионные синтетические поверхностно активные вещества) КСПАВ (катионные синтетические поверхностно активные вещества) НСПАВ (неионогенные синтетические поверхностно активные вещества)	ОП-10, смесь моно- и диалкилфеноловых эфиров полиэтиленгликоля

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Агафонова С.А.	141	Кушникова Л.Б.	13
Андреева Д.В.	40	Ловцкая О.В.	190
Аношина О.Д.	177	Люцигер А.О.	51
Бажанова Л.В.	67	Люцигер Н.В.	51
Борисова Т.А.	150	Магрицкий Д.В.	27
Бурлибаев М.Ж.	154	Маматканов Д.М.	67
Бурлибаева Д.М.	154	Плуталова Т.Г.	80
Веснина Л.В.	166	Похорская В.П.	27
Винокуров Ю.И.	3, 51	Резников В.Ф.	91, 103
Губарев М.С.	91, 103	Рыбкина И.Д.	91, 103
Евсеева А.А.	13	Сивохип Ж.Т ^{1,2}	115
Евстигнеев В.М.	27	Стоящева Н.В.	91, 103
Ермакова Г.С.	27	Сутырина Е.Н.	206
Жерелина И.В.	177	Тузова Т.В.	126
Жоров В.А.	190	Уткина А.Н.	40
Зырянова Т.А.	190	Фазылов А.Р.	216
Кайдарова Р.К.	154	Цибудеева Д.Ц.	225
Кенжебаева А.Ж.	27	Шестеркин В.П.	135
Кобулиев З.В.	216	Шестеркина Н.М.	135
Кондратьева Л.М.	40	Школьный Д.И.	27
Красноярова Б.А.	3	Эргешов А.А.	216
Кулаков В.В.	199	Юмина Н.М.	27
Курепина Н.Ю.	103	Яковченко С.Г.	190

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 5. ТРАНСГРАНИЧНЫЕ ВОДНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СИБИРИ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ	3
Винокуров Ю.И., Красноярова Б.А. Трансграничный бассейн реки Иртыш в условиях современных вызовов	3
Евсеева А.А., Кушникова Л.Б. Биологический контроль качества воды как одна из составляющих в системе мониторинга трансграничных водотоков	13
Кенжебаева А.Ж., Магрицкий Д.В., Евстигнеев В.М., Юмина Н.М., Школьный Д.И., Ермакова Г.С., Похорская В.П. Закономерности, оценки и факторы современных и будущих изменений стока и водного режима рек в бассейне р. Жайык (Урал)	27
Кондратьева Л.М., Андреева Д.В., Уткина А.Н. Комплексная оценка трансграничного загрязнения реки Амур при различном гидрологическом режиме	40
Люцигер А.О., Винокуров Ю.И., Люцигер Н.В. Межведомственное взаимодействие в рамках мониторинга опасных гидрологических явлений в бассейне Верхней Оби	51
Маматканов Д.М., Бажанова Л.В. Трансграничные водные ресурсы Центральной Азии и проблемы эффективного использования.....	67
Плуталова Т.Г. Мониторинг трансграничных территорий.....	80
Резников В.Ф., Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Губарев М.С. Разработка эффективной системы обращения с отходами на примере Алтайского края .	91
Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Губарев М.С., Курепина Н.Ю., Резников В.Ф. Оценка потенциала водообеспеченности на основе ландшафтно-бассейнового подхода в регионах Западной Сибири	103
Сивохиц Ж.Т. Пространственно-временная специфика регионального природопользования в трансграничном бассейне реки Урал.....	115
Тузова Т.В. Оценка распределения стока трансграничных горных рек уран-изотопным методом	126
Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Динамика качества вод р. Уссури по результатам трансграничного мониторинга.....	135
Секция 6. ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА.....	141

Агафонова С.А. Особенности ледового режима рек Арктической зоны Западной Сибири.....	141
Борисова Т.А. Карты рисков наводнений – эффективный инструмент управления	150
Бурлибаев М.Ж., Кайдарова Р.К., Бурлибаева Д.М. Анализ концепции управления водными ресурсами в Казахстане и странах ЕС – обязательный этап для реформирования водного законодательства	154
Веснина Л.В. Проблемы регулирования и управления водными ресурсами гипергалинных озер Российской Федерации	166
Жерелина И.В., Аношина О.Д. Методические подходы и проблемы установления границ водоохранных зон и прибрежных защитных полос водных объектов.....	177
Жоров В.А., Зырянова Т.А., Ловцкая О.В., Яковченко С.Г. Предварительная оценка причин невязок водного баланса Новосибирского водохранилища.....	190
Кулаков В.В. Процессы водоочистки в пласте некондиционных подземных вод междуречья Амура – Тунгуски.....	199
Сутырина Е.Н. Изменение параметров стока р. Селенги как реакция на трансформацию бассейновых и климатических факторов	206
Фазылов А.Р., Эргешов А.А., Кобулиев З.В. Влияние изменения климата на формирование стока рек горно-предгорных зон Центральной Азии	216
Цибудеева Д.Ц. Опыт разработки нормативов допустимого сброса веществ в водные объекты в соответствии с приказом Минприроды РФ № 63 от 5 марта 2010 г.....	225
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ	235

Научное издание

**ВОДНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
СИБИРИ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**
(в четырех томах)
Т. IV

Труды Всероссийской научной конференции с международным участием,
(28 августа – 1 сентября 2017 г., Барнаул)

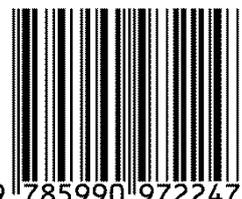
Подготовка оригинал-макета – О.В. Ловцкая, Д.Н. Трошкин

Подписано в печать 01.08.2017. Формат 60x84/16.
Бумага офсетная. Усл.п.л. 13,83
Тираж 400 экз. Заказ __.

Институт водных и экологических проблем СО РАН
656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1

Отпечатано в типографии ООО «Пять плюс»
656049, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 73
тел. (385-2) 62-85-57, e-mail: fiveplus07@mail.ru
www.five-plus.ru

ISBN 978-5-9909722-4-7



9 785990 972247