

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. III**

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. 3. – 298 с.

ISBN 978-5-9909722-3-0 (Т.3)

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 «Теоретические и прикладные аспекты экологического мониторинга природных и природно-техногенных комплексов» и «Рациональное природопользование и охрана окружающей среды».

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 978-5-9909722-3-0 (Т.3)

ISBN 978-5-9909722-9-2

© Институт водных и экологических
проблем СО РАН, 2017

© Коллектив авторов, 2017

Секция 3

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

ВОДОРЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РЕКРЕАЦИОННОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ: ВВЕДЕНИЕ В ПОНЯТИЕ И ПРОСТРАНСТВЕННУЮ ОЦЕНКУ

Андреева И.В., Циликаина С.В.

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

e-mail: andreeva@iwep.ru

Аннотация. Введено понятие водоресурсного потенциала для целей рекреационного водопользования. Он рассмотрен как комплекс водных и околотоводных условий, определяющих принципиальную пригодность и ее степень для использования водных объектов и прибрежных пространств в водной рекреации. Приведены принципы пространственной (ландшафтно-географической) оценки водоресурсного потенциала. Показаны результаты апробации метода на примере территории Алтайского края.

Ключевые слова: водоресурсный потенциал, рекреационное водопользование, ландшафтно-географический метод, пространственная оценка водоресурсного потенциала.

WATER RESOURCE POTENTIAL FOR RECREATIONAL WATER USE: AN INTRODUCTION TO THE CONCEPT AND SPATIAL EVALUATION

Andreeva I.V., Cilicia S.V.

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

e-mail: andreeva@iwep.ru

Abstract. The concept of water resource potential for recreational water use is introduced. It is considered as a complex of water and near-water conditions that determine the suitability of water bodies and coastal area use in water recreation. The principles of spatial (landscape-geographical) evaluation of water resource potential are given. The results of the method assessment are shown by the example of Altai Krai.

Keywords: water resource potential, recreational use, landscape-geographical method, spatial assessment of water potential.

Важность рекреации и ее взаимосвязь с водными ресурсами подчеркивается в Водной стратегии Российской Федерации до 2020 г. Рекреация названа в числе значимых отраслей хозяйства и потребителей воды: питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, промышленности, сельского хозяйства, энергетики. Документ, прогнозируя неизбежный рост ресурсопотребления по этим направлениям, указывает на необходимость опережающей оценки и строгого планирования при вовлечении ресурсов в эксплуатацию.

На сегодняшний день нет четкого понятия «водоресурсный потенциал для целей рекреационного водопользования», теория его оценки недостаточно развита, исследователями практически не рассматривается

пространственный аспект. Имеющиеся методы опираются на компонентные критерии, по которым можно оценить только отдельный водный объект или его участок, но невозможно выявить территориальные закономерности и особенности распределения и состояния водных рекреационных ресурсов.

Вместе с тем в России насчитывается около 2,8 млн. рек, столько же озер и 30 тыс. водохранилищ и прудов. Для вовлечения в рекреацию необходима их панорамная оценка, дающая возможность разглядеть в масштабах страны наиболее перспективные регионы, а внутри них – конкретные точки роста.

Учитывая преимущества управляемой рекреации перед иными водопользователями, состоящие в высоком потенциале для охраны водных объектов (за счет опосредованного пользования ресурсом) и бесспорном социально-экономическом эффекте (ввиду повсеместности ресурса и относительно небольших вложений в организацию отдыха), авторами предложен собственный взгляд на водоресурсный потенциал для целей рекреационного водопользования и методику его пространственной оценки.

Материалы и методы. Материалами для изучения послужили теоретические разработки в области геоэкологии, рекреационной географии, ландшафтоведения. В качестве методов использованы системный анализ, позволяющий видеть сложные явления в виде структурированного и взаимосвязанного единства, а также сравнительно-географический метод. Практический инструментарий составили программные средства ArcGIS.

подавляющее большинство исследований водоемов и водотоков на предмет пригодности для отдыха и оздоровления именуют этот процесс как «рекреационная оценка водных объектов». Такая трактовка сводит оценивание к анализу единичных водоемов или водотоков по ограниченному числу элементарных критериев, описывающих отдельные компоненты водоема. Критерии имеют высокую детальность и предназначены для определенного вида водного или околородного отдыха. Анализ российской практики региональных оценок последнего десятилетия показал, что все они,

за редким исключением, опираются на ограниченное число разработок конца прошлого столетия, обобщенных в учебных пособиях С.А. Боголюбовой [1] и Е.В. Колотовой [4], и рассматривают, как правило, один водный объект. По этим методикам выполнены работы в Томской области, Кабардино-Балкарии, Республике Алтай. Максимальное число единовременно оцененных рек и озер – 30 – обнаружено в работе [5], посвященной Северо-Западному Кавказу, что не выглядит впечатляющим в виду физико-географических особенностей Черноморского побережья и включает в себе только самые крупные и популярные места околотоводного отдыха. Иначе говоря, по традиционным методикам оцениваются частные объекты и по очень детальным шкалам, поддерживаемым полевыми методами, что для страны в целом невыполнимо, не отвечает стратегическим целям и не позволяет сосредоточить дальнейшие исследования на тактических уточнениях.

Формирование принципов пространственной оценки рекреационных ресурсов начато в 70-м гг. XX столетия. В качестве модели территории в них использована ландшафтная карта, а процесс оценки состоит в последовательном вычленении из нее и иных отраслевых карт земель разного назначения (селитебно-промышленных, заповедных и сельскохозяйственных), инфраструктурных и хозяйственных объектов [6]. В последние годы с использованием принципов этой методики оценен рекреационный потенциал Полесья (Украина), Смоленщины, Ивановской области, Пермского края. Результаты опубликованы в академических источниках, что демонстрирует активизацию научного поиска системных взаимосвязей рекреационных ресурсов с географической средой. Заклучая в себе возможности комплексного анализа всей территории, эти разработки подходят в качестве теоретической основы для изучения пространственных особенностей рассредоточения ресурсного потенциала в частном случае рекреации – водной.

Категории рекреационного водопользования определены статьей 50 Водного кодекса Российской Федерации и отнесены к водопользованию без изъятия водных ресурсов. Таковы виды человеческой деятельности на

водных объектах и околотоводных участках их побережий (в прибрежной полосе), связанные с удовлетворением потребностей в отдыхе, туризме, спорте. Таким образом, водное законодательство уточняет не только виды рекреационного водопользования, но и его пространственные рамки: водные объекты и околотоводные участки шириной от 30 до 50 м в зависимости от уклона берега, что соответствует долинным и пойменным ландшафтам в контексте ландшафтной карты.

Пространственная оценка связана с переходом от локального (точечного) уровня к региональному и предполагает анализ значительного количества водных объектов, в том числе ранее не используемых в рекреации. Она сопряжена с понижением уровня фактурной обеспеченности, вплоть до полного отсутствия данных. Получение исходной информации полевыми методами в этом случае также ограничивается, что требует применения аналитических способов решения географических задач (интерполяция, аналогия, экспертная оценка и др.) и обращения к интегральным источникам информации.

Ландшафтная карта как источник комплексной информации о географической среде доказала свою надежность в исследованиях по направлению «природопользование». Отображенные на ней пространственные сочетания геолого-геоморфологических, ботанико-географических и почвенных компонентов природы, позволяют судить о дифференцированности заключенного в них природно-ресурсного потенциала, неизбежно влияющего на специфику хозяйственной деятельности и конкретный ее вид [2]. В использовании ландшафтной структуры территории в качестве каркаса для изучения пространственных закономерностей в природно-общественных отношениях, а конкретных ландшафтов – в качестве операционных территориальных единиц состоит сущность ландшафтно-географического метода [3].

Вышесказанное позволяет сформулировать главную гипотезу пространственной (ландшафтно-географической) оценки водоресурсного потенциала для целей рекреационного водопользования: ландшафт,

понимаемый как относительно однородный участок земной поверхности, отличный своеобразным сочетанием природных компонентов, имеет индивидуальный облик и внутреннюю структуру, а потому условия рекреационного водопользования внутри него на региональном уровне можно считать также относительно однородными. На основе физиономических и индикационных показателей, отображенных на топографических и ландшафтных картах, можно достоверно определить те условия рекреационного водопользования, которые трудно наблюдаются и измеряются в природе, но четко видны во внешних компонентах природного комплекса. Результат оценки в таком случае фиксируется в виде региональной ландшафтно-воднорекреационной структуры (каркаса) территории – мозаики ландшафтных единиц с разными значениями водоресурсного потенциала.

Здесь следует детализировать само понятие водоресурсного потенциала для целей рекреационного водопользования. Прежде всего и поскольку в базовый термин введен территориальный аспект (не только сами водные объекты, но и их побережья), то и понятие водоресурсного потенциала следует рассматривать как пространственный (территориальный) феномен, описываемый комплексом характеристик не только водного объекта, но и примыкающих к нему ландшафтов. В этой связи критерии традиционных рекреационных оценок, воспринимаемые как «ландшафтное окружение» или «ландшафтный фон», т.е. нечто абстрагированное от собственно ресурса, следует считать значимыми качествами околосводных пространств, т.е. частью ресурсного потенциала.

Целевые показатели, описывающие водоресурсный потенциал, а также их качественно-количественные параметры являются производными от критериев традиционной (объектной) оценки водных объектов, которые адаптированы авторами для пространственной оценки посредством сравнительно-географического анализа и обобщения. Адаптированные критерии, равно как и традиционные, носят географический характер, могут быть соотнесены с описаниями ландшафтов и отображены картографически.

Для выделения категорий водно-околоводных ландшафтов по степени рекреационной пригодности компонентные критерии традиционной шкалы сгруппированы в интегральные, описываемые ограниченным числом характеристик, считываемых с карт:

- физиономический – определяет целевую пригодность территории и водного объекта; сочетает характеристики типа берега, подходов к воде, характера пляжей и дна; оценивается по данным ландшафтных карт о геолого-геоморфологических условиях долинных ландшафтов, а также по материалам о литологическом составе четвертичных отложений;

- функциональный – определяет пригодность водного объекта для частных видов отдыха; объединяет данные о скорости течения, площади акватории, длине рек, глубине водных объектов; оценивается по данным топографических и общегеографических карт;

- психологический – определяет эффективность использования ресурса; включает характеристику типа растительности и эстетику ландшафта; оценивается по данным ландшафтных карт о геоботанических условиях и сочетаниях контактирующих пар природных комплексов.

Соотношение традиционных и адаптированных критериев приведено в таблице 1.

Увязанные в форму компонента ландшафта общепринятые в рекреационной оценке критерии, позволяют решать обратную (главную) задачу в пространственной оценке водоресурсного потенциала. Суть ее – в возможности считывания количественных характеристик с топографических, а качественных (индикационных) – с прикладных (ландшафтной, геоморфологической, четвертичных отложений, растительности и др.) карт. Обеспечение водных объектов отсутствующими данными осуществляется методами пространственной интерполяции и географической аналогии.

Дальнейшее сопоставление с параметрическими значениями критерия по оценочной шкале и моделирование ландшафтно-воднорекреационной структуры производится методами современной геоинформационной

картографии. Степень пригодности водно-околоводных ландшафтов оптимально согласуется с используемой в традиционных методиках степени благоприятности: по бальной системе и наиболее часто употребляемой трехбалльной шкале [4], что соответствует целям комплексного рекреационного анализа.

Результаты и их обсуждение. Приведенные теоретические и методические положения апробированы в оценке водоресурсного потенциала Алтайского края. Ландшафтно-гидрологические условия региона, значимые для исследования, обусловлены сочетанием трех геоморфологических формаций: аллювиальных аккумулятивных равнин (Кулундинская низменность), наклонных предгорных равнин (Приобское плато) и эрозионных низкогорий Алтая и Салаира. Фактические данные о них для оценки получены путем целевой обработки топографических карт, карты четвертичных отложений и ландшафтной карты Алтайского края (1:500 000, не издана, фонды ИВЭП СО РАН). Ландшафтными единицами для оценки водоресурсного потенциала приняты местности. Максимально обобщенная легенда (111 местностей, представляющих собой восстановленные ландшафты) позволила верифицировать результаты экспертным методом.

Апробация метода показала, что физиономическую и психологическую оценки целесообразно производить в объединенной табличной форме, вычлняя из характеристик долинных и пойменных ландшафтов детали, описывающие внешний облик околоводных пространств и соответствующие типу берега и типу растительности в традиционной оценке. Дополнительно физиономический облик подчеркнут литологическими подробностями для уточнения донных характеристик.

Таблица 1 – Адаптированные параметры критериев пространственной оценки водоресурсного потенциала для рекреационных целей

Критерий оценки	Вид оценки*	Параметры критерия оценки		
		пригодно, 3 балла	условно пригодно, 2 балла	малопригодно, 1 балл
Тип берега	ТО	сухие террасированные, без крутых спусков, пригодные для использования в естественном состоянии	сухие, но крутосклонные, часто обрывистые, освоение которых требует несложных сооружений для спуска к воде	заболоченные или очень крутые с высоким клифом или обрывом
	ЛГО	сухие пологие поверхности травянистые и залесенные	увлажненные пологие и пологонаклонные поверхности травянистые	заболоченные, засоленные, крутые травянистые и закустаренные поверхности
Характер дна	ТО	песок, мелкая галька	крупная галька, заиленные пески, валуны	ил, камень, глина, крупный острый камень, большие плиты, покрытые водными организмами
	ЛГО	преимущественно пески и супеси	преимущественно суглинки, галечники и валунники	преимущественно торф и иловатые суглинки, лессовидные суглинки, илы и глины, щебнистые суглинки
Скорость течения, м/с	ТО	<0,3	0,3–0,5	>0,5
	ЛГО	0,4–1,0 (весь спектр околотоводного отдыха)	1,1–3,0 (спорт, туризм)	≤0,3 и >3 (только созерцательный отдых)
Площадь акватории	ТО	100–200 чел./га 0,5–2 судов/га	300–500 чел./га 2–5 судов/га	>500 чел./га >5 судов/га
	ЛГО	пресные с песчаным или твердым дном, крупные соленые и горько-соленые	пресные с вязким дном	мелкие соленые и горько-соленые с болотами и солончаками по берегам
Глубина водного объекта, м	ТО	≥1,5	0,8–1,5	<0,8
	ЛГО	>1,5 (многофункциональный отдых)	0,5–1,5 (монофункциональный отдых)	<0,5 (околотоводный отдых)
Длина реки, км	ТО	>150	100–150	<100
	ЛГО	>150 (транс- и межрегиональный отдых)	100–150 (отдых в регионе)	<100 (локальный отдых)
Эстетика ландшафта	ТО	водоем-лес; лесистость 30–50%	водоем-лес (поле); лесистость 16–30%, 61–85%	водоем-кустарник
	ЛГО	околотоводный ландшафтный контакт		
		водоем – лес	водоем-луг; водоем-степь	водоем-кустарник
		внешний (панорамный) ландшафтный контакт		
луг/степь – лес	луг/степь-кустарник; кустарник-лес	луг/степь – луг/степь; кустарник – кустарник/луг, степь		

*ТО – традиционная (объектная) оценка, ЛГО – ландшафтно-географическая (пространственная) оценка

Например, ландшафт, имеющий в легенде №3 соответствует высоким древним озерным террасам волнистым и плоским с типчаково-ковыльными сухими, разнотравно-типчаково-злаковыми засушливыми степями, солонцово-солончаковой растительностью на черноземах южных, лугово-каштановых, лугово-болотных солончаковатых почвах и каштаново-луговых солонцах. В его границах располагаются озера Кулундинское, Большое Яровое, Малое Яровое, Бурлинское, Кривая Пучина, Куричье. Тип берега плоский, со степями, оценивается по таблице 1 в три элементарных балла. Литологический состав четвертичных отложений на территории представлен суглинками и супесями. Он оценивается в два элементарных балла. Таким образом, суммарная физиономическая оценка ландшафта равна пяти баллам. Поскольку сумма в физиономической оценке складывается из двух элементарных (максимум три балла каждая), то может принимать значение от 2 до 6.

Психологическая оценка основана на единодушно поддерживаемом большинством исследователей главенстве пейзажного разнообразия среди критериев оценки эстетической привлекательности территории, поэтому верхний ее предел не ограничен. Иначе говоря, одновременное присутствие в контактирующих ландшафтах нескольких отличных элементарных сочетаний типов растительности формирует неопределенное количество контактов. Для территории Алтайского края определены лишь первые две категории, что отражено в таблице 1 и обусловлено расположением в пределах равнин, не отличающихся быстрой сменой природных комплексов. В горных регионах количество элементарных сочетаний выше, что может потребовать иной градации. Например, для ландшафта №3 характерны контакты типа «степь-степь» и «луг-степь», каждый из которых оценивается в один балл. Таким образом, суммарный балл его психологической оценки равен двум.

В функциональном плане реки оцениваются по скорости течения, длине и глубине, озера – по минерализации и глубине. В этой связи суммарная оценка рек варьирует в пределах 3–9 баллов, озер – 2–6. Для

удобства работы с информационным массивом функциональную оценку целесообразно осуществлять в форме рабочих таблиц, разделяющих по степени пригодности конкретные региональные водные объекты, в последующем соотнося показания с вмещающими ландшафтами. Практика показала, что при наличии объектов с разной степенью пригодности ландшафту следует присваивать наивысшую, что дает возможность на предварительном этапе учесть гипотетически максимальную значимость ресурсного потенциала. Так, озера, располагающиеся в пределах ландшафта №3, крупные соленые (элементарный балл 3) глубиной более 1,5 м (элементарный балл 3), что оценивается суммарным баллом 6. А, например, озера Горькое, Сумное, Коростелевское (Рубцовский район) в границах ландшафта № 27 (пониженные сильно заозеренные равнины ложбин древнего стока) относятся к мелким соленым и горько-соленым с болотами и солончаками по берегам (1 элементарный балл) глубиной 0,5–1,5 м (2 элементарных балла) и оцениваются в 3 суммарных балла.

Итоговая региональная оценка представляет собой обобщенный показатель всех трех видов оценок по интегральной шкале. Перевод суммарной оценки по видам оценивания в интегральную производится по схеме, приведенной в таблице 2.

Таблица 2 – Схема перевода суммарной оценки в интегральную

Вид оценки		Интегральная		
		пригодно, 3 балла	условно пригодно, 2 балла	малопригодно, 1 балл
Суммарная	Физиономическая	5–6	3–4	2
	Психологическая	> 7	4–6	1–3
	Функциональная: реки озера	7–9	4–6	1–3
		5–6	3–4	2
	Итоговая региональная	7–9	5–6	3–4

Видовые и итоговое интегральное значения региональной оценки соотносятся с долинно-пойменными ландшафтами в любой из геоинформационной программ (MapInfo, ArcGis, ArcView и др.) и позволяет визуализировать территориальное рассредоточение целевого водоресурсного потенциала. Таким образом могут быть схематически отображены все виды

оценки. На рисунке приведен результат итоговой региональной оценки водоресурсного потенциала для целей рекреационного водопользования Алтайского края.

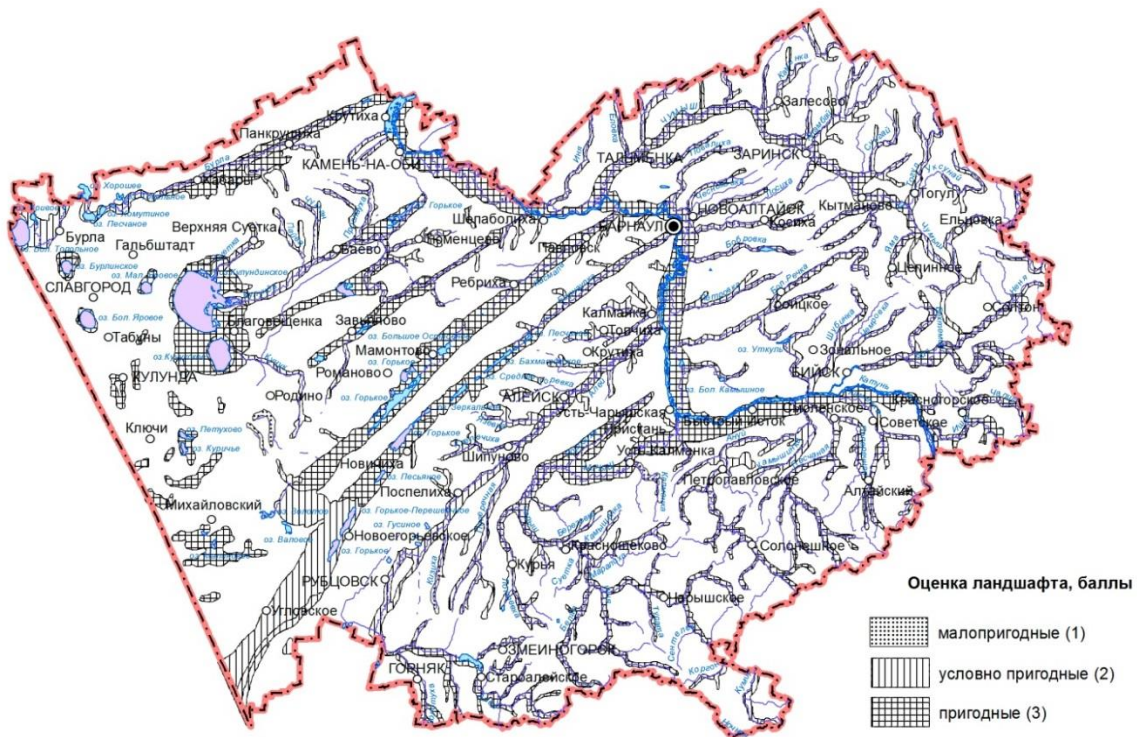


Рис. – Итоговая региональная оценка водоресурсного потенциала Алтайского края для целей рекреационного водопользования

Региональная оценка, выполненная по авторской методике с использованием в качестве фактических материалов картографических источников, показала, что из 35 типов местностей, относимых к долинным и пойменным, 18 имеют высший интеграционный балл и пригодны для использования в рекреационных целях. Их общая площадь составляет 25,7 тыс. км². К категории условно пригодных отнесены 15 ландшафтов общей площадью 14,1 тыс. км². Малопригодны 2 ландшафта, однако их площадь незначительна (268,8 км²) и не является значимой ни в площади края, ни в площади околосоводных ландшафтов.

Максимальное значение физиономическая оценка принимает в поймах р. Обь и ее первых притоков на западных склонах Приобского плато, крупных водоемов и водотоков Кулундинской низменности. Психологическая оценка максимальна в пределах пойм р. Оби и крупных

водотоков северной части Приобского плато. Большинство водоемов и водотоков региона получили высокую функциональную оценку.

Минимально в физиономическом плане оценены неглубокие водотоки в среднегорьях Алтая и на Салаирском кряже ввиду протекания в зажатых скалистых долинах и среди трудно просматриваемой черневой тайги. Низкая психологическая оценка рекреационно популярных озер в борах ложбин древнего стока и на Кулундинской низменности обусловлена их расположением в пределах протяженно монотонных закрытых (лесных) либо открытых (степных) пространств при одновременном внутреннем контакте с эстетически низкооцениваемыми болотными, солонцовыми и солончаковыми комплексами. Малопригодными в функциональном плане признаны очень мелкие степные водотоки распаханых пространств и мелкие озера в окружении болот и солончаков.

Итоговая оценка показала, что к категории пригодных отнесены реки Обь, ее крупные притоки первого порядка (Бия, Катунь, Касмала, Барнаулка, Чарыш, Чумыш), верховья и средние течения рек, берущих начало в горах Алтая, средние течения рек Приобского плато, а также крупные и средние озера Кулунды. Условно пригодными для рекреационного водопользования признаны мелкие и средние водотоки и водоемы, располагающие на равнинных поверхностях плато и получившие две низшие элементарные оценки, как правило – функциональную и психологическую. К малопригодным причислены плоскосклоновые долины и балки с мелкими пересыхающими водотоками.

Поскольку оценивание производилось по объективным индикационным и количественным показателям без индивидуального субъективного комплексного анализа частного ландшафта, то такие выводы следует считать достоверными.

Выводы. Уточнение понятия «водоресурсный потенциал для целей рекреационного водопользования» и введение пространственного аспекта в рекреационную оценку водоемов и водотоков позволили подойти к

формированию оценочного метода, основывающегося на идеологии ландшафтной индикации и рассмотрении водоресурсного потенциала рекреационного водопользования как элемента долинно-пойменного типа сочетания природных ресурсов. Преимуществом пространственной оценки является рассмотрение водоресурсного потенциала для целей рекреации с единых общегеографических позиций, что позволяет использовать в качестве источников исходной информации топографические карты общедоступных масштабов и ландшафтную карту – интеграционную картографическую основу для проектирования любых видов природопользования и пространственного развития. В этом случае гарантированы объективность оценки, оптимальная визуализация территориального распределения ресурса и выход на принятие конкретных проектных решений.

Литература

1. Боголюбова С.А. Эколого-экономическая оценка рекреационных ресурсов. Учебное пособие. – М.: Академия, 2009. – 256 с.
2. Винокуров Ю.И., Цимбалец Ю.М. Региональная ландшафтная структура Сибири. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2006. – 96 с.
3. Исаченко А.Г. Методология ландшафтоведения и ландшафтно-географический научный метод // Известия русского географического общества. – 2016. – Т. 148. – № 1. – С. 15-30.
4. Колотова Е.В. Рекреационное ресурсоведение: Учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности «Менеджмент». – М.: РМАТ, 1999. – 135 с.
5. Литвинов А.Е., Бекух З.А. Сравнительная оценка рекреационного потенциала гидрологических объектов на склонах Северо-Западного Кавказа // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – №1 (9). – С. 2355-2359.
6. Теоретические основы рекреационной географии. – М.: Наука, 1975. – 223 с.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРОВ ЧЕРНОЗЕМОВ ЮЖНЫХ КУЛУНДИНСКОЙ СТЕПИ (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)

Балыкин Д.Н., Пузанов А.В., Рождественская Т.А.

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

e-mail: balykindn@yandex.ru

Аннотация. В данной работе показаны возможности современных гравитационных взвешиваемых лизиметров для исследования почвенных растворов. Представлены результаты химического состава почвенных растворов и почвенно-грунтового стока черноземов южных в условиях сухостепной зоны Кулундинской степи (Алтайский край).

Ключевые слова: почвенный раствор, черноземы южные, Кулунда.

CHEMICAL COMPOSITION OF SOIL SOLUTIONS OF CHERNOZEMS IN THE SOUTHERN KULUNDA STEPPE (ALTAI KRAI)

Balykin D. N., Puzanov A.V., Rozhdestvenskaya T. A.

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

e-mail: balykindn@yandex.ru

Abstract. The paper demonstrates the capabilities of modern gravitational weighed lysimeters for the study of soil solutions. The results of chemical composition of soil solutions and soil-groundwater runoff of southern chernozems in the dry steppe zone of the Kulunda steppe (Altai Krai) are presented.

Keywords: soil solution, southern chernozems, Kulunda

Почвенные растворы формируют основу состава гравитационного стока влаги из почв водосборного бассейна в речную сеть [1]. Одним из широко распространенных в почвоведении методов исследования состава почвенного раствора является метод водных вытяжек. Он характеризует общее суммарное содержание водорастворимых соединений в почве, при этом происходит разрушение твердой фазы почв. Использование современных лизиметрических методов позволяет исследовать водный баланс и состав почвенных растворов в естественных условиях природной среды [2].

В данной работе показаны возможности современных гравитационных взвешиваемых лизиметров для оценки химического состава почвенных растворов и почвенно-грунтового стока.

В августе 2013 года в районе села Полуямки (Михайловский район Алтайского края) в рамках проекта «Кулунда» была установлена лизиметрическая станция 2-х контейнерного типа. Она состоит из водонепроницаемой сварной конструкции (полиэтилен высокого давления) площадью 11,56 м², двух контейнеров для почвенных монолитов. Станция

специально адаптирована к условиям климата Сибири, снабжена устройством для отделения снежного покрова, образующегося в зимние месяцы на поверхности почвенных монолитов [3].

Для изучения водного и солевого режима почв в условиях Кулундинской степи были извлечены и доставлены на лизиметрическую станцию два почвенных монолита ненарушенного строения площадью 1 м^2 , 2 м глубиной. Один из монолитов (Лиз. 1) отобран на пашне, которая интенсивно использовалась в течение последних 60 лет. Второй монолит (Лиз. 2) был отобран в защитной лесополосе 30-летнего возраста с участком злаково-ковыльной сухой степи. Исследуемые почвы – черноземы южные среднесплошные легко- и среднесуглинистого гранулометрического состава. Вариант чернозема со степной растительностью (*Stipa pennata*) отличается более высоким содержанием гумуса. В гумусовых горизонтах (Ад-А-АВ) пределы колебаний содержания составляют 1,6-3,7 %, в пахотном варианте чернозема (Апах-АВ) несколько ниже – 1,6-3,1 %. Реакция почвенного раствора исследуемых почв изменяется с глубиной от нейтральной - слабощелочной в гумусовых горизонтах до сильнощелочной – в переходных к почвообразующей породе, что связано с присутствием карбонатов кальция.

Для извлечения почвенного раствора применяются специальные трубки с керамическим наконечником (Рис. 1), установленные в почвенных монолитах на глубине 30, 50 и 120 см. Общая схема строения гравитационной лизиметрической станции представлена на Рис. 2. Специальная система управления лизиметра позволяет извлекать почвенный раствор в широком диапазоне варьирования натяжения почвенной влаги с помощью вакуума.

Лизиметрические воды, поверхностный и почвенно-грунтовый сток собираются в стеклянные и пластиковые емкости, установленные внутри лизиметрической станции. Для определения количества просачивающейся влаги за единицу времени применяются счетчики с откидывающейся измерительной ячейкой (Рис. 3).

Образцы лизиметрических вод анализировались в лаборатории биогеохимии и химико-аналитическом центре ИВЭП СО РАН в соответствии с общепринятыми методами (РД Ф 52.54.493-2006, ПНД Ф 14.1:2.96-97, ПНД Ф 14.1:2.159-2000, ПНД Ф 14.1:2.98-97, ПНД Ф 14.1:2.95-97, ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97, РД52.24.381-2006, ПНД Ф 14.1:2:4.4-95, 14.1:2:4.4.262-10 (от 0,05 мг/ дм³), ГОСТ 10671.6-74.



Рис. 1 – Устройство для извлечения почвенного раствора с керамическим наконечником (suction probes with ceramic cup)

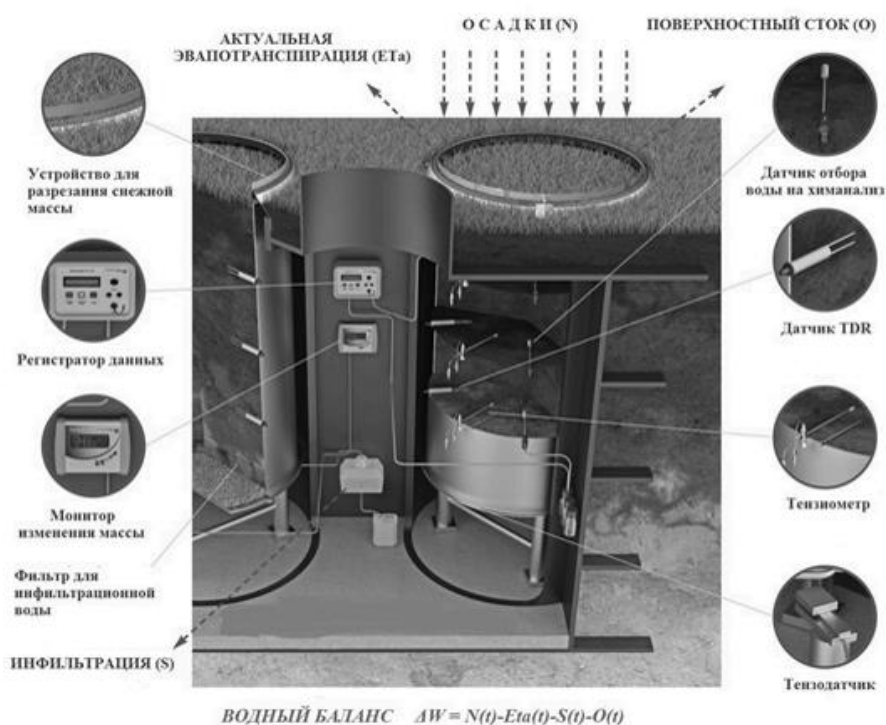


Рис. 2 – Общая схема строения лизиметрической станции и элементы водного баланса



Рис. 3 – Емкости для сбора лизиметрических вод, поверхностного и почвенно-грунтового стока

За время функционирования станции лизиметрические воды впервые были получены весной 2015 г. Результаты анализа химического состава показывают, что в весенний период после активной фазы снеготаяния на пахотном варианте чернозема (Лиз. 1) в почвенный раствор в значительном количестве переходят нитратные формы азота, что связано с внесением в почву азотных удобрений. В составе катионов почвенного раствора преобладает кальций, а в составе анионов – гидрокарбонаты и хлориды. На пахотном варианте чернозема южного наблюдается смещение реакции почвенного раствора в щелочную сторону. Общая минерализация растворов характерна для незасоленных почв (Табл. 1).

Микроэлементный состав лизиметрических вод из гумусовых горизонтов почв представлен в зависимости от концентрации в убывающем порядке: железо > марганец > медь > цинк > никель > кобальт > хром.

Почвенно-грунтовой сток был получен в апреле 2016 г. на черноземе южном под степью (*Stipa pennata*) (Лиз. 2). На пахотном варианте (Лиз. 1) внутрипочвенный сток отсутствовал. Химический состав почвенно-грунтового стока отличается более высокими концентрациями ионов. В составе катионов почвенно-грунтового стока доминирует кальций, а в составе анионов – сульфаты и хлориды, что характерно для почвенных растворов почв зонально-генетического ряда сухостепных территорий с участием процессов засоления [1].

Таблица 1 – Химический состав лизиметрических вод из гумусовых горизонтов почв (глубина отбора 30 см), лизиметрическая станция, апрель 2015 (с. Полуямки, Михайловский район, Алтайский край), мг/дм³

Показатели	Лизиметр 1	Лизиметр 2
CO ₃ ²⁻	<10,0	<10,0
HCO ₃ ⁻	61,0±2,6	61,0±2,6
Cl ⁻	39,2±4,3	81,2±7,3
SO ₄ ²⁻	39,5±7,9	20,7±4,1
Ca ²⁺	112,0±12,3	132,0±14,5
Mg ²⁺	28,8±3,2	43,2±4,8
Na ⁺	<1,0	<1,0
pH	7,2±0,2	5,9±0,2
NO ₃ ⁻	279,7±33,5	5,4±0,65
NO ₂ ⁻	1,5±0,199	0,067±0,013
NH ₄ ⁺	<0,05	0,08±0,03
PO ₄ ³⁻	<0,002	0,047±0,005
железо	0,053±0,02	0,056±0,02
марганец	<0,010	0,019±0,006
медь	0,0031±0,001	0,0065±0,001
цинк	<0,004	0,020±0,006
никель	0,0005±0,0002	0,0009±0,0002
кобальт	0,0003±0,0001	0,0002±0,0001
хром	<0,0002	<0,0002
Общая минерализация	286,5	338,1

Таблица 2 – Химический состав почвенно-грунтового стока (глубина отбора 200 см) чернозема южного под степью (*Stipa pennata*), лизиметрическая станция, апрель 2016, мг/дм³

Показатели	Лизиметр 2
CO ₃ ²⁻	<10,0
HCO ₃ ⁻	67,1±2,6
Cl ⁻	256,9±23,1
SO ₄ ²⁻	777,3±116,6
Ca ²⁺	400,0±44,0
Mg ²⁺	160,8±17,7
Na ⁺	<1,0
pH	7,4±0,2
NO ₃ ⁻	0,94±0,2
NO ₂ ⁻	<0,007
NH ₄ ⁺	1,10±0,33
PO ₄ ³⁻	<0,006
Общая минерализация	1662,1

Литература

1. Трофимов С.Я., Караванова Е.И. Жидкая фаза почв: учебное пособие по некоторым главам курса химии почв. – Москва: «Университетская книга», 2009. – 111 с.
2. Meissner R., Rupp H., Seyfarth M. Advanced technologies in lysimetry / In: Mueller, L., Saparov, A., Lischeid, G. (eds.). Novel Measurement and Assessment Tools for Monitoring and Management of Land and Water Resources in Agricultural Landscapes of Central Asia. – Springer International, Environmental Science and Engineering, 2014. – P. 159-173.
3. Пузанов А.В., Балыкин Д.Н., Майсснер Р., Стефан Э. Оценка водно-солевого режима антропогенно-преобразованных почв степных территорий с использованием гравитационных взвешиваемых лизиметров (на примере Германо-Российского проекта «Кулунда») // Экологические и экономические стратегии устойчивого землепользования в степях Евразии в условиях глобального изменения климата: материалы Международной научно-практической конференции 30 сентября - 3 октября 2014 г., Барнаул / под ред. М.М. Силантьевой, В.И. Беляева, Е.В. Понькиной, Д.В. Черных. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2014. – С. 121-124.

ЗАВИСИМОСТЬ СУММАРНОЙ РАДИАЦИИ ОТ ПРОЗРАЧНОСТИ АТМОСФЕРЫ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Белоненко Г.В.¹, Тусупбеков Ж.А.²

¹ Сибирский государственный университет путей сообщения, г.Новосибирск, Россия

² Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина, г. Омск, Россия

e-mail: gggkiovr@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы зависимости суммарной радиации от прозрачности атмосферы на территории Западной Сибири. Определены значения суммарной радиации с учетом состояния атмосферы, которые были сопоставлены с измеренными на метеостанции. В результате сопоставления получена тесная связь.

Ключевые слова: суммарная радиация, инсоляция, прямая радиация, рассеянная радиация, прозрачность атмосферы.

DEPENDENCE OF TOTAL RADIATION ON ATMOSPHERE TRANSPARENCY IN WESTERN SIBERIA

Belonenko G.V.¹, Tusupbekov J.A.²

¹ Siberian State Transport University, Novosibirsk,

² P.A. Stolypin Omsk State Agrarian University

e-mail: gggkiovr@mail.ru

Abstract. The problems of the dependence of total radiation on the atmosphere transparency in Western Siberia are considered. The total radiation is estimated in terms of the atmosphere state and was compared with those measured at the weather station. As a result, a close relationship is obtained.

Keywords: total radiation, insolation, direct radiation, scattered radiation, atmosphere transparency.

Солнечная радиация, которая поступает на поверхность земли, является единственной формой прихода энергии, за счет которой формируются теплоэнергетические ресурсы климатов планеты. Все остальные виды энергии, приходящей к Земле, в сумме составляют менее 0,003 % солнечной радиации, (Кондратьев, 1965) и не оказывают заметного влияния на тепловые процессы, происходящие на Земле.

Многочисленные данные специалистов свидетельствуют об относительной стабильности планетарного климата, что связано с неизменностью потока солнечного тепла на среднем расстоянии Земли от Солнца r_0 . Интенсивность этого потока - солнечная постоянная I_0 - по данным К. Я. Кондратьева (1990) составляет от 1356 до 1370 Вт/м² и рассчитывается по формуле

$$I_0 = \frac{S_0}{4\pi \cdot r^2}, \quad (1)$$

где $S_0 = 4 \cdot 10^{20}$ МВт - мощность излучения Солнца.

Интенсивность потока прямой солнечной радиации (I_0) зависит от ряда факторов: солнечной постоянной, физического состояния атмосферы над

пунктом наблюдения, высоты Солнца и т. п. и изменяется в *значительных* пределах. С увеличением высоты над уровнем моря потоки прямой солнечной радиации возрастают, так как уменьшается оптическая толщина атмосферы. Однако определяющее влияние на поток прямой солнечной радиации оказывает облачность, например, слоистые и слоисто-кучевые облака полностью задерживают солнечную радиацию.

Первоисточником рассеянной радиации (D) служит прямая солнечная радиация, поэтому очевидна ее зависимость от вышеназванных факторов. Однако под влиянием облачности рассеянная радиация, как правило, значительно больше, чем при безоблачном небе. Рассеянная радиация, *также* как и прямая, имеет ярко выраженный суточный ход, когда максимум достигается в момент наибольшей высоты Солнца, *то есть* в местный полдень. Большое влияние на рассеянную радиацию оказывает снежный покров, когда *возникающее в результате отражения* повторное рассеяние приводит к увеличению потока рассеянной радиации.

Общее количество солнечной радиации, достигающей земной поверхности, составляет суммарную радиацию (Q). На поток суммарной радиации, как и на потоки I_o и D , существенно влияет облачность. Зависимость потока суммарной радиации от облачности чаще всего описывают формулой

$$Q = Q_0[1 - (a + b \cdot n)n] \quad (2)$$

где Q_0 – поток суммарной радиации при безоблачном небе;

n – облачность в долях единицы;

a и b – эмпирические коэффициенты ($b \approx 0,3$, a зависит от широты и варьирует от 0,14 до 0,40).

В результате поступления солнечной энергии на земную поверхность зависит от прозрачности атмосферы, от времени года (склонения Солнца), от времени суток (высоты Солнца) и от широты данной местности.

Значительную трудность в расчетах представляют оценка прозрачности атмосферы и облачности. Поэтому расчеты поступления энергии при меняющейся облачности затруднительны, и единственным надежным

способом определения является непосредственное измерение прямой S и рассеянной D радиации актинометрическими приборами.

Назовем коэффициентом прозрачности атмосферы σ_0 отношение суммарной радиации при безоблачном небе Q_0 к инсоляции, которая наблюдается на верхней границе атмосферы I ,

$$\sigma_0 = Q_0/I; \quad (3)$$

Изучение закономерностей временного и пространственного распределения коэффициента прозрачности σ_0 имеет большое практическое значение. Зная количество солнечной радиации, приходящей на внешнюю границу атмосферы и коэффициент прозрачности атмосферы, расчетным путем можно определить интенсивность солнечной радиации, приходящей к земной поверхности в любой точке суши при отсутствии облачности,

$$Q_0 = \sigma_0 \cdot I. \quad (4)$$

По выражению (4) были вычислены наибольшие и наименьшие значения солнечной радиации, приходящей на внешнюю границу атмосферы и на поверхность Земли для нескольких значений широты местности *в границах Западной Сибири* (рис.1). Ход радиации на земной поверхности в общем повторяет ход инсоляции: в утренние и в вечерние часы приходящая к Земле радиация значительно меньше инсоляции.

Для оценки достоверности полученных результатов и разработки практических рекомендаций для расчетов Q нами были сопоставлены рассчитанные значения суммарной радиации на поверхности суши с наблюдаемыми максимумами суточных сумм суммарной радиации.

Достоверность полученных результатов проверялась сравнением их с измеренными величинами суммарной радиации при ясном небе. *Для территории Западной Сибири включая территорию сопредельного Казахстана сравнение измеренных и вычисленных месячных величин суммарной радиации отображено на рисунке 2.*

Результаты сопоставления измеренных и рассчитанных величин суммарной радиации показывают, что *между этими величинами* существует тесная связь, коэффициент корреляции равен 0,99. Средняя величина

расхождения между ними составляет $16 \text{ МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{мес})$, то есть около 2% средней месячной величины.

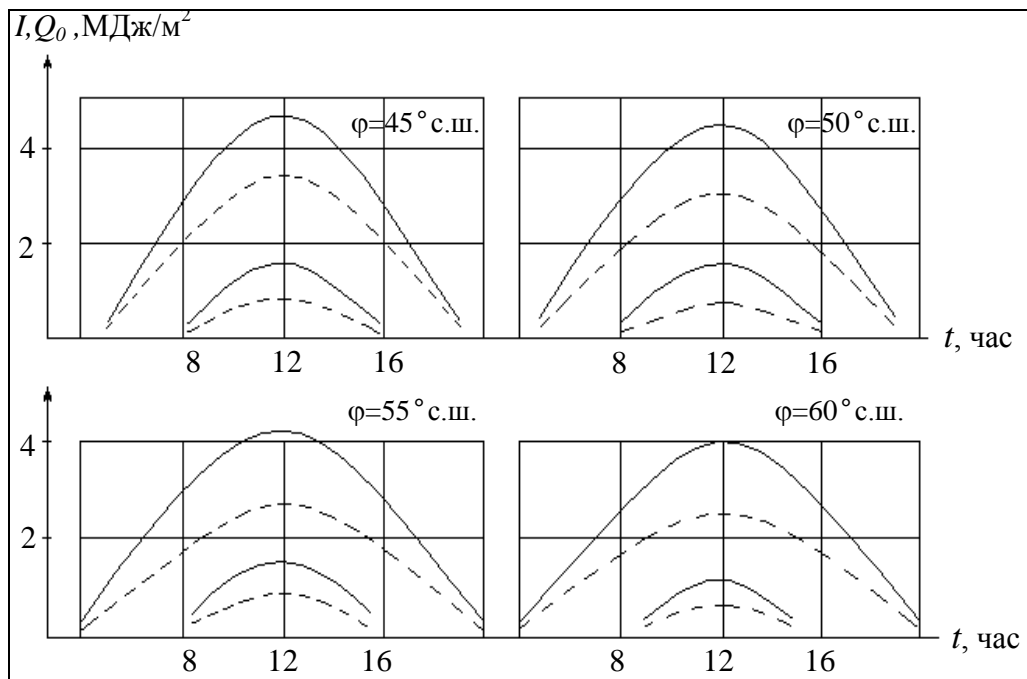


Рис. 1– Приток солнечной радиации к внешней границе атмосферы I (—) и к поверхности земли при безоблачном небе Q_0 (---), $\text{МДж}/\text{м}^2$.

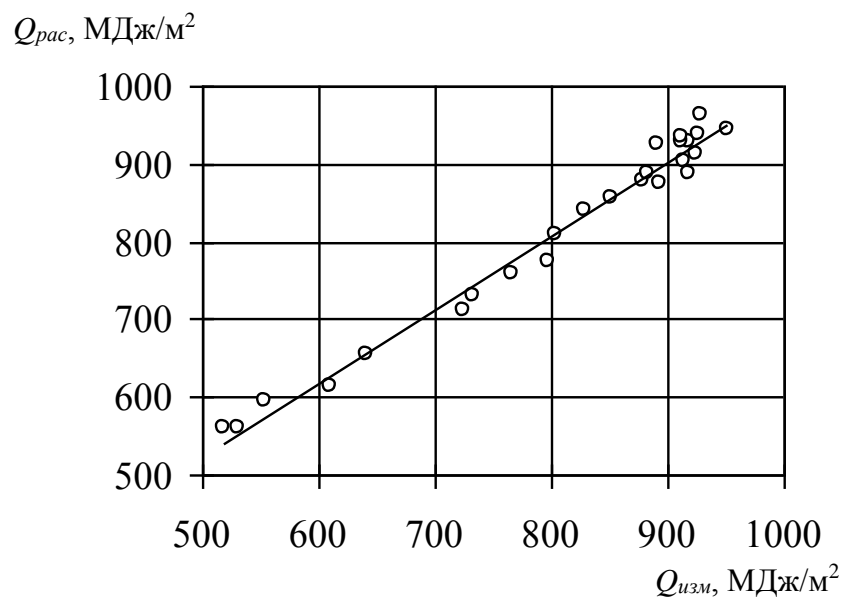


Рис. 2– Сравнение измеренных $Q_{изм}$ и вычисленных $Q_{рас}$ месячных величин суммарной радиации на территории Западной Сибири

Таким образом, методический прием, связанный с применением расчетов по определению величин солнечной радиации для крупных территорий, к числу которых относится Западная Сибирь, имеет важное научно-практическое значение.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ПУТЕВЫХ РАБОТ НА РЕЧНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Бучельников М.А.

Сибирский государственный университет водного транспорта, г. Новосибирск, Россия

e-mail:

Аннотация. В статье рассмотрены существующие методы оценки воздействия дноуглубления на речные экосистемы. Предложен метод расчета экологической напряженности при проведении работ на внутренних водных путях, установлены значения данного параметра при ныне существующих и перспективных гарантированных глубинах. Показано позитивное влияние русловых гидротехнических сооружений на жизнедеятельность гидробионтов.

Ключевые слова: Речные экосистемы, зообентос, техногенное воздействие, путевые работы, река Обь

METHODS FOR ASSESSING THE IMPACT OF WORKS ON INLAND WATERWAYS ON RIVER ECOSYSTEMS

Buchelnikov M.A.

Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russia

e-mail:

Abstract. The paper deals with the existing methods of assessment of the impact of dredging on the river ecosystem. A method for calculating the environmental stress at works on inland waterways is proposed, and the values of this parameter at the current and promising guaranteed depths are determined. A positive effect of channel hydraulic engineering structures on the livelihoods of hydrobionts is shown.

Keywords: River ecosystems, zoobenthos, anthropogenic influence, travel works, Ob River.

Внутренние водные пути на реке Обь представляют собой важнейшую составную часть транспортного комплекса России, связывающую железную дорогу и экономически развитые регионы юга с центральными и северными районами Западной Сибири. Современная судоходная трасса требует проведения значительных транзитных дноуглубительных и русловыправительных работ. Их объемы достигали наибольших значений (около 40 млн. м³ перемещаемого грунта в год) в 80-е годы прошлого века, затем, с уменьшением количества грузоперевозок, сократились в несколько десятков раз. После резкого спада 90-х и 2000-х, с 2007 года вновь отмечается рост объемов до 7-10 млн. м³, а в перспективе, при необходимости увеличения габаритов судового хода на Оби, и до 15-20 млн. м³ [4]. Искусственное перемещение грунта вполне сопоставимо по своим масштабам с естественным твердым стоком Верхней и Средней Оби: так, при «сверхинтенсивном» землечерпании в 70-80-е годы количество затронутого аллювия было всего на треть меньше всех наносов на Верхней Оби, а на Средней Оби – примерно на четверть превышало естественный твердый сток.

Дноуглубительные и русловыправительные работы, связанные с перемещением больших объемов донного грунта, оказывают разностороннее влияние на речные экосистемы актуализируя анализ уже существующих и разработку новых методик оценки их воздействия как на отдельные компоненты биоты, так и на сообщества в целом [1, 3].

Целью данной работы явилось совершенствование методов оценки экологического воздействия дноуглубления и русловыправления. Для ее достижения были решены следующие задачи: предложен метод определения экологической напряженности при проведении путевых работ и оценено влияние берегозащитных сооружений на речную биоту.

Методы оценки экологического влияния путевых работ

Наиболее широко применяемый метод изложен в «Методике исчисления размера вреда, причинённого водным биологическим ресурсам» (утверждена Приказом №1166 Росрыболовства от 25 ноября 2011 года, зарегистрирована в Минюсте России 5 марта 2012 г. № 23404). В ней размер ущерба рассчитывается на основе и физических (площади воздействия, объема взмученной воды) и биологических (количество бентоса и планктона) показателей. Недостатком данной методики является, в частности, сложность определения точного количества бентоса: очевидно, что численность организмов весьма изменчива и зависит от целого ряда факторов (времени года, температуры воды, скорости течения на данном участке и т.д.). Даже небольшая неточность в задаваемых параметрах биомассы бентоса, приводит к искажению размеров ущерба рыбным запасам, а, следовательно, некорректному определению затрат природопользователя. На практике, биомассу определяют исходя из экспертных оценок, иногда принимают или усредненные величины, или аналогичные, соответствующие близлежащим участкам реки.

Иной подход к оценке влияния был предложен сотрудниками Новосибирской государственной академии водного транспорта [1], которые разработали систему критериев экологической напряженности на реках,

связанную с неблагоприятными проявлениями естественных и антропогенных изменений гидрологического режима рек. К таким проявлениям отнесены сезонное пересыхание рек, срезка пика половодья, уменьшение водоносности из-за промышленного и сельскохозяйственного водозабора и ряд других (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Критерии экологической напряженности на реках, связанных механическими изменениями русел, влиянием гидроузлов и других водохозяйственных мероприятий

Напряженность, баллы	Механическая измененность русел			Размыв русел и понижение «посадка» уровня воды		
	При сохранении реки как природного объекта		При создании водохранилищ и каскадов водохранилищ, % длины рек	В нижних бьефах гидроузлов и районах русловых карьеров		На реках, коллекторах сточных вод
	На свободных участках рек, % длины участка реки	На урбанизированных участках		Интенсивность посадки уровня, см/год	Суммарное понижение уровня за время проявления, см	
0	0	Отсутствует	0	<3	<10	<2
1	<10	Очень слабая	<5	3-5	10-25	2-4
2	10-25	Слабая	5-15	5-10	25-50	4-8
3	25-50	Средняя	15-25	>10	50-100	8-10
4	50-90	Сильная	25-50	>10	>100	>10
5	>90	Полная	>50			

Как видно из таблицы 1, степень воздействия прямо пропорциональна скорости искусственных изменений в морфологии русла (т.е. механического повреждения дна, берегов) на конкретном участке. Непосредственная биота в этом случае не рассматривается, так как предполагается, что она или уничтожается полностью или ей наносится огромный ущерб.

На наш взгляд, используя данную систему, можно оценить степень экологической напряженности (обозначим ее как I_e) и от транзитного дноуглубления. Для определения I_e берется любой интересующий участок реки, на котором выясняется необходимость дноуглубления при

определенных габаритах судового хода (T_g). Алгоритм определения I_e в данном случае будет следующим:

1. Определяется длина участка воздействия ($L_{\text{возд}}$) как сумма длин прорези и пятна мутности:

$$L_{\text{возд}} = L_{\text{прорезь}} + L_{\text{мутность}} \quad (1)$$

2. От верхней границы участка воздействия вверх по течению по судовому ходу обозначается участок, на котором выполняется условие $T_g \leq H$, где H – глубина.

3. При нахождении точки в пределах судового хода в которой $T_g > H$ определяется расстояние от нее до первого участка воздействия.

4. От этого расстояния отнимается $L_{\text{мутность}}$.

5. Полученное значение делится на 2, т.к. половина участка, не подвергшегося воздействию, может быть отнесена к следующему перекату, на котором будут проводиться дноуглубительные работы; полученную величину можно обозначить как $L_{\text{общ1}}$.

6. От нижней по течению границы участка воздействия вниз по течению по судовому ходу находим участок, на котором выполняется условие $T_g \leq H$.

7. При нахождении точки в пределах судового хода, в которой $T_g > H$, определяется расстояние от нее до первого участка воздействия.

8. Полученное значение делим на 2, т.к. половина участка, не подвергшегося воздействию, может быть отнесена к следующему перекату, на котором будут проводиться дноуглубительные работы; полученную величину можно обозначить как $L_{\text{общ2}}$.

9. Суммируем длины и находим $L_{\text{общ}}$:

$$L_{\text{общ}} = L_{\text{общ1}} + L_{\text{общ2}} + L_{\text{возд}} \quad (2)$$

10. Вычисляем степень экологической напряженности:

$$I_e = (L_{\text{общ}} / L_{\text{возд}}) \cdot 100\% \quad (3)$$

После нанесения на русловые съемки дноуглубительных прорезей, рассчитываем I_e для различных участков реки при ныне существующих

гарантированных глубинах. Представляется весьма важным определить, как изменится данный параметр при изменении гарантированных глубин в большую и меньшую стороны: это можно сделать, спроектировав дноуглубительные прорези для новых габаритов и вновь рассчитать I_e .

При определении экологической напряженности очень важно корректно интерпретировать полученные результаты с биоэкологической точки зрения. Безусловно, даже при I_e приближающемся к 100 % на участке реки не происходит полная гибель биоты: не все воздействия летальны, а их зоны захватывают лишь часть акватории вызывая как отрицательные, так и положительные изменения.

Для экспериментального подтверждения положительного влияния нами был выделен участок (станция) на левобережных берегозащитных сооружениях у Северного объездного моста г. Новосибирска (727-728 км по лоцманской карте). Комплекс сооружений (начало в координатах 55,179769° с.ш., 82,860510° в.д., окончание 55,190608 с.ш., 82,874086° в.д.) возведен в 2009 году целях укрепления берегов и направления основного потока на судовой ход. Он включает в себя следующие объекты.

1. Песчаная насыпь (берегозащитный пляж) (высотная отметка 88-92 м н.у.м. БС, ширина около 40 м).

2. Плоская насыпь (высотная отметка 88-92 м н.у.м. БС, ширина около 110 м, длина 350 м) из песка и мелкой базальтовой щебенки, уложенной на слой геотекстиля.

3. Три полузапруды с отсыпкой из крупного гранитного щебня (высотная отметка 88-92 м н.у.м. БС.), выдающиеся в русло на 250-300 м, ширина каждой по гребню около 20 м.

На каждом из участков учитывались бентосные (перифитонные) организмы, водная растительность, рыбная молодь. Исследования проводились в период навигации в 2012-2016 годах. Во время отбора проб определяли температуру воздуха, прозрачность, уровень и температуру воды.

Результаты и их обсуждение

Рассмотрим полученные значения экологической напряженности при различных гарантированных глубинах (см. таблицу 2).

Таблица 2 – Значения I_e (%) для различных гарантированных глубин

Участок водных путей	Гарантированные глубины, см						
	90	110	140	190	220	250	300
1. Устье р. Бия – г. Камень-на-Оби	30	45*	60*	90	100	100	100
2. Устье подходного канала – устье р. Томи	< 5	< 5	5	8	25*	30*	55
3. Устье р. Томи – с. Соснино	0	0	< 1	< 1	< 2	5	10*
4. С. Соснино – устье р. Оби	0	0	0	0	< 1	< 1	< 2*

*- значения для ныне существующих гарантированных глубин.

Как видно из таблицы при существующих гарантированных глубинах I_e на Верхней и Средней Оби уже весьма значительна. При увеличении гарантированных глубин свыше 200 см экологическая напряженность на Верхней Оби достигнет почти 100 %. Однако, как было упомянуто выше, далеко не все техногенные изменения морфологии речного русла следует интерпретировать как негативные. Изучение биоты на берегоукрепительных сооружениях дало следующие результаты (см. таблицу 3).

Очевидно, что комплексное гидросооружение оказало значительное влияние на структуру потока у левого берега, в результате чего образовалось несколько участков с различными по скоростям течениями и температурными режимами.

Так в начале песчаной насыпи и базальтовой наброски наблюдаются высокие скорости течения. Иловых отложений здесь нет, водная растительность и представители зообентоса практически не обнаружены: очевидно, что в этом месте продуктивность микробиотопа не повысилась относительно исходной. В районе полузапруд скорость течения значительно снижается, температура воды – выше, чем в основном русле на 3-5° С, а грунт (крупная гранитная наброска) благоприятен для закрепления организмов на внутренней стороне щебенки. Плотность составила около 2400 экз./м² (или в пересчете на биомассу около 4,1 г/м²) что сопоставимо с высокопродуктивными биотопами проток и пойменных озер с илистым

грунтом. На мелководье, между полузапрудами была отмечена многочисленная молодь рыб.

Таблица 3 – Биота на берегоукрепительных сооружениях

	Естественный биотоп (мелкий песок, быстрое течение)	Песчаная насыпка (мелкий песок, быстрое течение)	Плоская насыпь (мелкая базальтовая наброска, быстрое течение)	Полузапруды (крупный щебнистый камень)
Бентос, перифитон	Отдельные экземпляры, биомасса не выше 0,022 г/м ² (преимущественно личинки хирономид)	Отсутствует	Малочисленен, биомасса 0,05-0,15 г/м ² (преимущественно личинки веснянок, поденок, ручейников)	Обилен, биомасса до 4,1 г/м ² (личинки двукрылых, ручейников, мошек, моллюсков)
Водные растения и водорослевые обрастания	Отсутствуют	Отсутствуют	Отдельные экземпляры	Многочисленные экземпляры макрофитов, местами – водорослевое обрастание
Молодь рыбы	Не отмечена	Не отмечена	Не отмечена	Встречается в большом количестве

Таким образом, можно утверждать, что по прошествии 3-5 и более лет со времени окончания строительства гидротехнических сооружений, то негативное воздействие на окружающую среду, которое имело место при их создании, полностью компенсировано. Искусственные насыпи и полузапруды активно интегрируются в имеющиеся естественные экосистемы поймы и русла Оби, зачастую, превосходя первоначальные биотопы по продуктивности.

Заключение

Исходя из вышеизложенного, можно утверждать, что река Обь в своем верхнем и среднем течениях испытывает от путевых работ существенное экологическое воздействие, которое будет возрастать при увеличении габаритов судового хода.

Гидротехническое строительство в русле реки приводит к изменению экологических условий, причем, как в сторону снижения, так и в сторону

повышения продуктивности биотопов. Полузапруды, шпоры могут изменять гидрологическую картину участка реки и приводить к созданию акваторий, благоприятных для развития кормовых организмов. В связи с этим отвалы грунта из прорезей должны использоваться как можно более рационально, так, чтобы создавать участки для интенсивного откорма рыбы после весенне-летнего половодья и ската ее с поймы. Создание таких тиховодов и заливов, частично компенсирует урон наносимый гидробионтам. Выбору той или иной схемы техногенного изменения морфологии русла должен предшествовать качественный и количественный прогноз кратко- и долгосрочных последствий.

Совершенствование методов оценки влияния гидротехнических работ на экосистемы реки может, на наш взгляд, происходить как в части уточнения методов учета механических «нагрузок» (подсчета протяженности затронутых участков, размеров пятен мутности и иных), так и в части создании адекватных моделей изменения численности гидробионтов.

Литература

1. Ботвинков В.М., Дегтярев В.В., Седых В.А. Гидроэкология на внутренних водных путях. – Новосибирск: Изд-во НГАСУ, 2002. – 356 с.
2. Бучельников М.А. Транзитные дноуглубительные работы в русле реки Оби как один из основных гидроэкологических факторов // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2015. – №2. – С.221-224.
3. Бучельников М.А. Экологическая оценка планируемых дноуглубительных работ на Колпашевском перекате р. Оби // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2015. – №1.– С. 230-233.
4. Седых В.А., Ботвинков В.М., Бучельников М.А. и др. Обоснование объемов дноуглубительных работ на реке Обь. // Научные проблемы водного транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2014. – №1-2. – С. 124-126.

ОЦЕНКА МОНИТОРИНГА СЫРЬЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ И РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Веснина Л.В., Романенко Г.А., Лукерин А.Ю., Михайлов А.В.

Алтайский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», Барнаул, Россия

e-mail: artemia@alt.ru

Аннотация. В работе приведены данные по мониторингу сырьевых исследований водных биологических ресурсов в зоне ответственности Алтайского филиала ФГБНУ «Госрыбцентр».

Ключевые слова: мониторинг, водные биоресурсы, Алтайский край, Республика Алтай.

ASSESSMENT OF MONITORING OF RAW RESEARCH IN WATER BODIES OF ALTAI KRAI AND REPUBLIC OF ALTAI

Vesnina L. V., Romanenko G. A., Lukerin A. Yu., Mikhailov A.V.

Altai branch of FSBI "Gosrybcenter", Barnaul, Russia

e-mail: artemia@alt.ru

Abstract. The paper discusses the issues of monitoring of raw research of water biological resources in the area of responsibility of the Altai branch of FSBI "Gosrybcenter".

Keywords: monitoring, water bioresources, Altai Krai, Republic of Altai

Мониторинговые и ресурсные исследования по оценке запасов объектов промышленного рыболовства и состояния среды их обитания на территории двух субъектов РФ – Алтайского края и Республики Алтай проводятся, согласно государственного задания, уже более 40 лет сотрудниками Алтайского филиала ФГБНУ «Госрыбцентр». Работы по формированию биологических обоснований рекомендованных объемов вылова ведутся по 95 единицам запаса, в том числе: в водных объектах Алтайского края – 68; Республики Алтай – 27 единиц запаса.

Выполняемые исследования обеспечивают успешную хозяйственную деятельность рыбодобывающих организаций, рыболовство коренных малочисленных народов, любительское и спортивное рыболовство. Кроме того, результаты исследований используются и при планировании работ по искусственному воспроизводству ценных видов рыб.

Цель работы. Оценить мониторинг сырьевых исследований в водных объектах Алтайского края и Республики Алтай.

Материалы и методы. Исследования проводятся на основе общепринятых методик – гидрохимический состав и его динамика в разнотипных водных объектах определяется по методу О.А. Алекина [1].

Гидробиологический материал (зоопланктон, зообентос) собирается в дневное время на заранее намеченных станциях в различных местах водоемов и водотоков (в зависимости от развития береговой линии, глубин и степени зарастания макрофитами). Пробы зоопланктона отбираются малой количественной сетью Апштейна из мельничного газа № 72 и фиксируются 4,0 % раствором формалина. Дальнейшая обработка производится в лабораторных условиях в камере Богорова под бинокулярным микроскопом МБС-10 по качественным (видовой состав) и количественным характеристикам (численность и биомасса). Для изучения зообентоса пробы грунта отбираются дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,025 м², промываются через мельничный газ № 32, разбираются по видам и фиксируются 4,0 % раствором формалина. В лабораторных условиях определяется таксономическая принадлежность и биомасса организмов. В дальнейшем проводится пересчет биомассы на единицу площади, с учетом изменения массы организмов после фиксации [2].

Для изучения видового состава и пространственного распределения мелкоразмерных непромысловых видов рыб, а также молоди рыб промысловых видов, отлов производится мальковыми орудиями лова – мальковым неводом длиной 20 м с ячейей 10 мм в крыльях и газом № 32 в кутке. Сбор ихтиологического материала проводится методом контрольных обловов набором разноячейных ставных жаберных сетей, длина каждой сети – 25 м, общая длина набора сетей – 350 м. Длительность экспозиции – 12 часов. Часть пойманной рыбы подлежит полному биологическому анализу (ПБА), при этом определяются возрастные, размерные и весовые показатели рыб, а также пол, степень зрелости, жирность и наполнение желудочно-кишечного тракта [3, 4, 7].

Научно-исследовательские работы проводятся на модельных водных объектах Алтайского края и Республики Алтай:

– река Обь с протоками (Малышевская, Нижняя Заломная) в границах Каменского района Алтайского края;

– река Обь с протокой Халтуриха в границах Первомайского района Алтайского края;

– река Бурла и озера Бурлинской речной системы в границах Бурлинского (Песчаное) и Хабарского (Малое Топольное) районов Алтайского края;

– озеро Телецкое в границах Турочакского и Улаганского районов Республики Алтай;

– озера Тархатинское и Караколь-Нур Кош-Агачского района Республики Алтай.

Большая часть работ выполняется в весенне-нерестовый период – изучаются сроки и интенсивность нерестовых миграций, оценивается численности нерестовых стад всех промысловых видов рыб, эффективность нереста, условий нагула, темпов роста молоди и половозрелой части стад промысловых видов. Осуществляется сбор проб для оценки экологической безопасности водных биоресурсов на наличие токсичных элементов таких как, свинец, кадмий, ртуть, мышьяк (СанПиН 2.3.2.1078-2001) [6], производится оценка зараженности гидробионтов экто- и эндопаразитами, что имеет большое практическое значение для потребителей рыбной продукции.

Наряду с оценкой состояния ихтиофауны и прогнозированием уловов, проводятся значительные объемы исследований, направленных на изучение запасов промысловых беспозвоночных (речной рак, артемия (на стадии цист), гаммарус, хирономиды, кладоцеры, копеподы и другие виды водных биоресурсов).

Полученные результаты. В ходе мониторинговых исследований 2016 года было проведено 30 полевых выездов на модельные водоемы Алтайского края и Республики Алтай, собран значительный объем материала (табл. 1).

Промысловые уловы рыбы в водных объектах Алтайского края, учтенные официальной статистикой, за последние четыре года колебались от 527,7 (2014 г.) до 909,8 т (2016 г.), что составило от 61,1 до 77,0 % от прогнозируемых объемов. Низкое освоение, прежде всего, связано со

слабой материально-технической базой рыбозаготовителей – лов ведется непостоянно, на небольшом числе водных объектов с помощью сетных орудий. По сравнению с началом 90-х годов прошлого века уловы в промышленном секторе рыболовства снизились почти в 4 раза (рис. 1).

Таблица 1 – Объем материала, собранного Алтайским филиалом ФГБНУ «Госрыбцентр» по прогнозной теме за полевой сезон 2016 г.

Район проведения исследований	Биологический анализ, экз.	Массовые промеры, экз.	Гидрохимия, кол-во проб	Гидробиология, кол-во проб	Паразитология, кол-во проб	Экологическая безопасность, кол-во проб
Алтайский край						
1	953*	7600*	9	48	350	10
2	770*	1894*	6	40	350	9
3	2631*	5856* 4762**	9	608	470	22
4	-	-	6	310	-	-
Республика Алтай						
5	430*	1469*	4	24	60	3
6	284*	884*	4	24		
7	670*	2824*	6	64	120	6
8	339*	1017*	2	48	40	2

Примечание: 1 – р. Обь с протоками в границах Каменского и Шелаболихинского районов; 2 – р. Обь с протокой Халтуриха в границах Первомайского района; 3 – р. Бурла с озерами в границах Бурлинского и Хабарского районов; 4 – гипергалинные озера Благовещенского района и г. Славгород; 5 – р. Бия; 6 – р. Катунь; 7 – оз. Телецкое; 8 – озера Кош-Агачского района; * – исследование ихтиофауны; ** – исследование речного рака

В промысловых уловах последних лет (2013–2016 гг.) доминирующее положение занимают: лещ (от 220,0 до 270,0 т в год), плотва (от 140,0 до 220,0 т) и карась (от 83,3 до 325,2 т). Помимо рыбы в Алтайском крае добываются промысловые беспозвоночные объемом от 709,7 (2014 г.) до 1394,0 (2016 г.) т. В среднем освоение объемов вылова за четыре года составило по рыбе 68,0 и по промысловым беспозвоночным 69,5 %.

Промышленное освоение водных биологических ресурсов Республики Алтай не предусмотрено Правилами рыболовства Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна [5]. Рыбные запасы лишь частично осваиваются рыбаками-любителями. По статистическим данным освоение квот спортивно-любительского рыболовства в 2006 г. составило 17 %, в 2007

г. – 10, в 2008 г. – 47, в 2010 г. – 14 %. В период с 2011 по 2016 гг. данные по освоению квот отсутствуют. Низкое освоения квот добычи водных биологических ресурсов обусловлено труднодоступностью высокогорных водоемов, слабым уровнем организации рыболовства и учета выловленной рыбы. Общий промысловый запас по водоемам Республики Алтай оценивается на уровне 230,0–250,0 т, из которых 70,0 % приходится на озеро Телецкое.

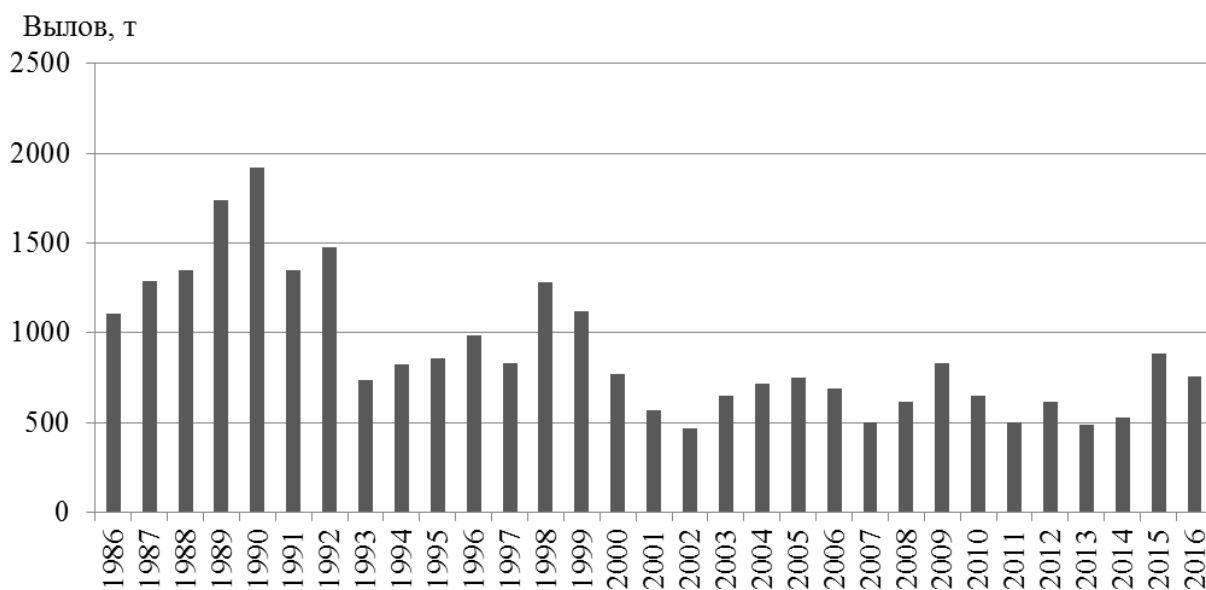


Рис. 1 – Динамика промысловых уловов в водных объектах Алтайского края

На основе данных мониторинговых исследований и информации, полученной в течение вегетационного сезона 2016 г., разработан прогноз объема вылова по водным объектам Алтайского края и Республики Алтай на 2017 год. Суммарный прогнозируемый объем составил 3045 т, соответственно в Алтайском крае – 2973 т и в Республике Алтай – 72 т (табл. 2).

Следует отметить, что основной проблемой для объективной оценки состояния запасов рыб является неучтенное изъятие многих их видов особенно по судаку, щуке, сазану в Алтайском крае и тайменя, пеляди в Республике Алтай. Кроме того, значительно занижается фактический вылов пользователями ресурсов.

Таблица 2 – Прогноз возможного вылова рыбы и промысловых беспозвоночных в водоемах Алтайского края и Республики Алтай на 2017 г., тонн

Видовой состав	Пресноводное рыболовство
----------------	--------------------------

Теоретические и прикладные аспекты экологического мониторинга
природных и природно-техногенных комплексов

	озера	реки	водохранилища	всего в пресноводных водоемах
Алтайский край				
Всего:	2425,0	223,0	325,0	2973,0
Рыба	834,0	223,0	325,0	1382,0
сазан	23,0	8,0	18,0	49,0
лещ	0,0	105,0	129,0	234,0
судак	9,0	2,0	5,0	16,0
налим	0,0	2,0	5,0	7,0
щука	12,0	10,0	12,0	34,0
толстолобик	1,0	0,0	0,0	1,0
плотва	130,0	60,0	89,0	279,0
карась	586,0	20,0	17,0	623,0
язь	10,0	5,0	7,0	22,0
окунь	63,0	5,0	43,0	111,0
ротан	0,0	6,0	0,0	6,0
Ракообразные:	1591,0	0,0	0,0	1591,0
раки	90,0	0,0	0,0	90,0
артемия(на стадии цист)	1210,0	0,0	0,0	1210,0
гаммарус	197,0	0,0	0,0	197,0
кладоцеры и копеподы	66,0	0,0	0,0	66,0
хириноиды	28,0	0,0	0,0	28,0
Республика Алтай				
Всего:	54	18	-	72
Рыба	54	18	-	72
хариус	5	6	-	11
таймень	1	2	-	3
микижа	6	-	-	6
пелядь	4	-	-	4
сиг	8	-	-	8
лещ	1	-	-	1
налим	1	2	-	3
щука	2	1	-	3
карась	3	3	-	6
окунь	6	1	-	7
елец	1	3	-	4
осман	16	-	-	16
Ракообразные	-	-	-	-

Выводы. Ежегодно проводимый мониторинг дает основание утверждать, что водные объекты Алтайского края и Республики Алтай обладают большим рыбохозяйственным потенциалом, но водные биологические ресурсы недоиспользуются в силу различных причин. Тем не менее, существуют реальные предпосылки для развития рыбохозяйственной отрасли регионов. Реализация потенциала потребует проведения

инвентаризации водных объектов с последующим созданием рыбопромысловых и рыбоводных участков.

Литература

1. Алёкин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 443 с.
2. Киселев И.А. Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод СССР. Т. IV., Ч. 1. – М.–Л., 1956. – С. 183-265.
3. Методические указания по сбору и обработке ихтиологического материала на малых озерах. – Л.: ГОСНИОРХ, 1986. – 65 с.
4. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая пром-сть, 1966 – 376 с.
5. Приказ Министерства сельского хозяйства России № 402 от 22.10.2014 «Об утверждении правил рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна»
6. СанПиН 2.3.2.1078-2001 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», утвержденные Постановлением главного государственного санитарного врача от 14.11.2001 № 36.
7. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 155 с.

СОСТАВ И СТРУКТУРА МАКРОЗООБЕНТОСА ОЗЕР РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ ЗОН И ПОДЗОН ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Вдовина О.Н., Безматерных Д.М.

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

e-mail: bezmater@iwep.ru

Аннотация. В 2003-2016 гг. исследованы состав и структура сообществ донных макробеспозвоночных 49 озер различных природных зон юга Западной Сибири. Фауна макробеспозвоночных представлена 10 типами распространения, видовой состав зообентоса состоит из широко распространенных в Палеарктике и Голарктике видов. Охарактеризованы таксономический состав, количественные характеристики и трофическая структура зообентоса озер, выделено 6 основных трофических групп гидробионтов.

Ключевые слова: зообентос, озера, природные зоны, Западная Сибирь

THE COMPOSITION AND STRUCTURE OF MACROZOOBENTHOS IN LAKES FROM DIFFERENT NATURAL ZONES AND SUBZONES OF WEST SIBERIA

Vdovina O.N., Bezmaternykh D.M.

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

e-mail: bezmater@iwep.ru

Abstract. In 2003-2016, the composition and structure of benthic macroinvertebrate communities from 49 lakes of different natural zones in the south of West Siberia were studied. The macroinvertebrate fauna is represented by 10 types of distribution; the species composition of zoobenthos consists of species widely spread in the Palearctic and Holarctic. The taxonomic composition, quantitative characteristics and trophic structure of lacustrine zoobenthos were described, and 6 major trophic groups of aquatic organisms were identified.

Keywords: zoobenthos, lakes, natural areas, West Siberia

Зообентос – сообщество животных, жизнь которых связана с границей рыхлого субстрата и воды. Это сообщество является важным структурным звеном озерных экосистем. Озера являются накапливающими элементами ландшафта, их экосистемы во многом зависят от почвенных и геохимических процессов в пределах бассейна, обусловленных климатом [1]. В большей, чем в других лимнических системах, степени от климатических факторов зависит функционирование биоценозов мелководных озер. Природные зоны и подзоны равнинных территорий являются, прежде всего, продуктом климата. Коэффициент увлаженности (K_u) в различных природно-климатических зонах и подзонах юга Западной Сибири K_u меняется от 0,6 в сухой степи до более чем 1,2 в подтаежной подзоне [2]. Влияние климатических факторов на состав, структуру и функционирование озерных экосистем является комплексным. Они находятся в тесной взаимосвязи с другими абиотическими факторами, так что выделить климатическое влияние в чистом виде затруднительно. Для выявления закономерностей влияния изменений климата на функционирование водных экосистем использован сравнительно-географический метод.

Материалы и методы. В 2003–2016 гг. в рамках комплексных лимнологических экспедиций [3-6] исследованы сообщества донных макробеспозвоночных озер и озерных систем юга Западной Сибири, расположенных в трех природных зонах: тайги, лесостепи и степи. Всего исследовано 49 озер, отобрано и проанализировано 390 количественных и 90 качественных проб зообентоса. Материал для исследований отбирали и обрабатывали по стандартным методикам [7]: качественные сборы проводили сачком или скребком, количественные – штанговым дночерпателем ГР 91 с площадью захвата 0,007 м² (в 2-3 повторностях) или пробоотборником цилиндрическим с вакуумным затвором конструкции НПО Тайфун с площадью захвата 0,006 м². Исследованные озера расположены в трех природных зонах. Озера Кулундинское, Пресное и Люськино находятся в сухостепной подзоне степи; озера Кривое (бассейн р. Кулунды), Мостовое, Угловое, Мал. Горькое (бассейн р. Карасук), Топольное, Песчаное, Хорошее, Бол. Топольное, Кривое (бассейн р. Бурлы), Хомутиное, Кабанье, Абушкан, Горькое (Причановская группа озер), Дуня, Илюйбасор, Левое Полянково, Титово, Чебаклы, Кривое (бассейн р. Карасук) и Фатеево (Душное) – в засушливо-степной подзоне; Горькое (бассейн р. Касмалы), Бол. Островное, Студеное, Кусган и Астродым – в умеренно-засушливо-степной подзоне; Мельничное, Ледорезное, Батовое, Чернаково, Лена, Верхнее, Нижнее, Пустынное, Котленок, Фадиха, Широкая Курья, Большое и Прыганское – в лесостепной зоне; Круглое, Мальцево, Яково Барчин, Данилово, Карбалык, Урманное, Ленёво – в подтаежной подзоне тайги.

Таксономический состав. В озерах *подтаежной подзоны* выявлено 70 видов донных макробеспозвоночных из 6 классов: Oligochaeta (4), Hirudinea (3), Bivalvia (2), Gastropoda (10), Crustacea (1) и Insecta (50). Среди насекомых наибольшим видовым разнообразием отличались двукрылые (23 видов, из которых 16 – хирономиды), также из насекомых встречались жуки, поденки, ручейники, стрекозы, клопы и бабочки. Донное население озер носило хирономидный характер (они отмечены в 75% проб).

В составе макрозообентоса исследованных озер *лесостепной зоны* (лесостепь на подзоны в данном исследовании не разделяли в виду

отсутствия их отличий по макрозообентосу) идентифицировано 87 видов макробеспозвоночных из шести классов: Oligochaeta (1), Hirudinea (4), Bivalvia (1), Gastropoda (7), Crustacea (1), Insecta (73). Амфибиотические насекомые составили 84 % от числа обнаруженных таксонов, большая их часть (39 видов) принадлежала к отряду двукрылых, 34 вида – стрекозы, поденки, клопы, жуки, бабочки и ручейники. Среди двукрылых преобладали личинки хирономид (30 видов), представленные в основном подсем. Chironominae (отмечены в 92% проб).

За период исследований в озерах *умеренно-засушливо-степной подзоны* выявлено 59 видов донных макробеспозвоночных из 4 классов. Максимальное число видов пришлось на долю насекомых (49 видов), среди них наибольшим видовым разнообразием отличались двукрылые (34 видов, из них 29 – хирономиды), а также встречались жуки, поденки, ручейники, стрекозы и клопы. Кроме того, в составе донной фауны озер отмечены 2 вида пиявок, 7 видов брюхоногих моллюсков и один вид ракообразных. Донное население озер носило хирономидный характер (отмечены в 99% проб).

В обследованных озерах *засушливо-степной подзоны* выявлен 91 вид донных макробеспозвоночных из 10 классов: нематоды – 1, олигохеты – 1 вид, пиявки – 4, настоящие мшанки – 1, двустворчатые моллюски – 1, брюхоногие моллюски – 7, ракообразные – 2, паукообразные – 1, насекомые – 73. Среди насекомых наибольшим видовым разнообразием отличались двукрылые (41 вид, из которых 29 – хирономиды), встречались также стрекозы, поденки, клопы, ручейники, жуки и ногохвостки. Донное население озер также носило хирономидный характер (они отмечены в 89% проб).

Наименьшее видовое разнообразие характерно для озер *сухостепной подзоны*, здесь выявлено 7 видов донных макробеспозвоночных из двух отрядов класса насекомых. Один вид из отряда жуков и 6 из отряда двукрылых.

Фаунистическое сходство исследованных озер различных природных зон и подзон в целом невысоко. Расчет мер включения видового состава донных сообществ показал, что наиболее близки по видовому составу озера

лесостепной, умеренно-засушливо-степной и засушливо-степной зон и подзон, их сходство выше 55%. Видовой состав озер сухостепной подзоны на 55% и более входит в состав озер засушливо-степной подзоны, что, вероятно, объясняется малым количеством видов, выявленных в первой подзоне. Наиболее оригинален видовой состав подтаежной подзоны, сходство таксономического состава с озерами других зон и подзон не превышало 54%.

Максимальное видовое разнообразие донных беспозвоночных отмечено в озерах лесостепной зоны – от 1 до 12 видов в пробе, в среднем 5. Минимальное видовое разнообразие характерно для озер сухостепной подзоны, число видов донных беспозвоночных в пробе не превышало трех. Отмечено, что в направлении от подтаежной подзоны к сухой степи наблюдается смена доминирующих таксонов донных беспозвоночных. В подтаежной подзоне доминировали и субдоминировали: сем. Chironomidae, Ceratopogonidae, Tubificidae и Lymnaeidae. В лесостепи доминирующие и субдоминирующие таксоны представлены пятью группами: сем. Chironomidae, отр. Odonata, отр. Trichoptera, отр. Ephemeroptera, отр. Gammaridae. В подзонах засушливой и умеренно-засушливой степи уменьшается число доминирующих таксонов и наблюдается смена состава донных беспозвоночных. Доминирующие группы представлены сем. Chironomidae и сем. Ceratopogonidae. В зоне сухой степи доминирующие таксоны – сем. Ephydriidae и сем. Ceratopogonidae.

Зоогеографический анализ фауны выявил, что видовой состав макрозообентоса исследованных озер состоит из широко распространенных в Палеарктике и Голарктике видов, а также видов, характерных для западной части Палеарктики. Фауна донных макробеспозвоночных описывается 10 типами распространения. Основу фауны составляют транспалеарктические (42%) виды и западно-палеарктические виды (30%), голарктические (17%) занимали подчиненное положение. На виды космополиты и на виды с голарктически-ориентальным распространением приходилось по 3%, доля остальных видов не превысила 1%. В озерах различных природных зон и подзон не выявлено характерных особенностей зоогеографического распределения донных беспозвоночных. В анализ не были включены озера

сухостепной подзоны, так как количество выявленных и достоверно определенных видов недостаточно для проведения зоогеографического анализа. В соответствии с принятыми для водных беспозвоночных системами зоогеографического районирования [8-11] изученные озера можно отнести к западной части Палеарктики.

Трофические группы. С учетом преобладающего типа питания в исследованных озерах выделено шесть основных трофических групп донных макробеспозвоночных (по классификации [12]): 1) грунтозаглатыватели; 2) собиратели-детритофаги, факультативные фильтраторы (далее – собиратели-детритофаги); 3) собиратели-облигатные фильтраторы; 4) соскребатели; 5) размельчители; 6) активные хищники.

Наибольшим таксономическим разнообразием в макрозообентосе исследованных озер отличались собиратели-детритофаги, поедающих детрит на поверхности грунта. Эта группа включала 56 видов донных беспозвоночных, представлена олигохетами из сем. Naididae, брюхоногими моллюсками, личинками двукрылых из семейств Chironomidae и Ceratopogonidae, поденками из сем. Caenidae и жуками из сем. Hydrophilidae.

Разнообразно также были представлены хищники – 52 вида, преобладали пиявки, личинки стрекоз, жуков из сем. Dytiscidae, клопы из семейств Gerridae, Nepidae и Notonectidae. Так же в донных сообществах были представлены хищные личинки ручейников из сем. Polycentropodidae, хирономид подсем. Tanypodinae и рода *Cryptochironomus*, а также прочих двукрылых (Tabanidae и Chaoboridae).

Размельчители (18 видов) были представлены брюхоногими моллюсками р. *Lymnaea*, ручейниками из семейств Limnephilidae и Phryganeidae, жуками сем. Chrysomelidae. Кроме того, к этой же категории отнесены хирономиды родов *Cricotopus* и *Endochironomus*, также двукрылые из сем. Tipulidae.

Видовой состав соскребателей включал 10 видов представителей семейств Corixidae, Molannidae, Dryopidae и Haliplidae. Группу собирателей – облигатных фильтраторов образовали двустворчатых моллюсков из семейства Sphaeriidae и поденок Siphonuridae. Два вида донных

макробеспозвоночных выделено в группе грунтозаглатывателей из сем. Tubificidae.

Часть выявленных видов можно отнести как к соскребателям, так и к размельчителям – это личинки ручейников сем. Leptoceridae, Подобная ситуация характерна для представителей отряда Lepidoptera, которые относятся к собирателям – облигатным фильтраторам и соскребателям. А также *Gammarus lacustris* Sars., которые относятся к собирателям – глотателям и размельчителям. Исходя из этого, при анализе, биомасса организмов в равной степени делилась между группами.

Не вошли в анализ виды из некоторых семейств отряда двукрылых (Stratiomyidae, Ephydriidae, Psychodidae, Limoniidae), для которых не удалось установить трофические характеристики, а также личинки семейств Dolichopodidae и Scathophagidae, которые не удалось идентифицировать до вида. Следует отметить, что перечисленные семейства составили не более 10% от общего количества видов.

Детальное рассмотрение полученных данных позволило установить характер изменчивости трофической структуры видового состава зообентоса в зависимости от природной зональности. Наибольшее число трофических групп зообентоса отмечено в озерах подтаежной подзоны, здесь были отмечены все выделенные группы. Наиболее многочисленны хищники и собиратели-детритофаги (47% и 32% соответственно). В направлении от подтаежной подзоны к сухостепной наблюдалось сокращение числа трофических групп с шести до двух, постепенно увеличивалось видовое разнообразие собирателей-детритофагов и соскребателей, уменьшалось разнообразие хищников, доля размельчителей менялась незначительно. В сухостепной подзоне трофическую структуру донных беспозвоночных образовывали собиратели-детритофаги (60%) и хищники (40%).

По биомассе во всех зонах и подзонах доминировала группа собирателей – детритофагов, от подтаежной к сухостепной подзоне доля этой группы постепенно возрастала от 68 до 99,5%. Также существенный вклад в биомассу зообентоса вносили хищники, их обилие в озерах различных зон и подзон изменялось незначительно, только в сухостепной подзоне оно

снижалось до 0,5%. В направлении от подтаежной подзоны к сухостепной отмечено постепенное снижение, а затем исчезновение группы размельчителей. Доля остальных групп была невелика, значительного вклада в биомассу донных беспозвоночных они не вносили. Таким образом, основной чертой трофической структуры донной фауны изученных озер является доминирование группы собирателей-детритофагов. Преобладание этой группы в макрозообентосе отмечено другими исследователями как для озер [12-15], так и для рек [16]. Максимальный вклад в биомассу зообентоса вносят собиратели-детритофаги и хищники, что характерно для небольших (< 0,2 км) мезотрофных озер [12].

Численность (плотность) и биомасса. Исследованные озера *подтаежной подзоны* характеризовались относительно низкими показателями численности и биомассы донных макробеспозвоночных. Биомасса колебалась в разных озерах от 0 до 11,0 г/м², а численность от 0 до 3,62 тыс. экз./м².

В *лесостепи* биомасса макрозообентоса в период массового развития донных беспозвоночных преимущественно изменялась от 0,07 до 37 г/м², что соответствует классу продуктивности от самого низкого до высокого по шкале С. П. Китаева [17].

Колебания биомассы макрозообентоса в *умеренно-засушливо-степной подзоне* были в диапазоне от 0,7 до 13 г/м² – от очень низкого до повышенного класса продуктивности (по шкале [17]). Биомасса макрозообентоса в *умеренно-засушливо-степной подзоне* изменялась от 0,1 до 8,4 г/м²; уровень развития донных беспозвоночных от очень низкого до повышенного класса продуктивности. Максимальные значения биомассы сообществ донных макробеспозвоночных характерны для озер *засушливо-степной подзоны*. В разных озерах биомасса изменялась в пределах 0,07–96 г/м² (от самого низкого до очень высокого класса продуктивности). Минимальные значения биомассы зообентоса озер отмечены в *сухостепной подзоне*, в разных озерах биомасса изменялась в пределах 0,1–5,1 г/м² (низкий и умеренный классы продуктивности).

В отличие от наших данных по озерам различных зон и подзон юга Западной Сибири, в пресных озерах из разных географических зон и подзон Тюменской области (арктическая тундра, северная тайга, средняя тайга, южная тайга, средняя лесостепь) не отмечены какие-либо закономерные изменения количественных показателей макрозообентоса вдоль климатического градиента [18]. Это может быть обусловлено тем, что в северной части Западной Сибири практически исключено влияние фактора минерализации на озерные экосистемы.

Если в степной и лесостепной зонах лимитирующим фактором развития донных сообществ являлась высокая минерализация вод [19-21], то в подтаежной зоне (т.е. в зоне достаточного увлажнения) она не имеет ограничивающего значения, зато начинает проявляться фактор повышенной гумификации (повышенной цветности вод в результате заболачивания). При этом следует отметить, что на полученные данные оказывали влияние и другие важные экологические факторы: морфометрические и гидрологические особенности озер (например, степень проточности), что неизбежно повысило разброс значений относительно средних величин.

Литература

1. Россоломо Л.Л. Основы типизации озер и лимнологического районирования // Накопление вещества в озерах. – М.: Наука, 1964. – С. 5-46.
2. Западная Сибирь. – М.: АН СССР, 1963. – 488 с.
3. Кириллов В.В., Безматерных Д.М., Зарубина Е.Ю., Митрофанова Е.Ю., Кириллова Т.В., Ермолаева Н.И., Долматова Л.А., Ким Г.В., Котовщиков А.В., Соколова М.И., Жукова О.Н. Состав и структура экосистем степных озер Алтайского края в 2008 г. // Наука – Алтайскому краю, 2008 год: Сб. статей по результатам НИР, выполненных за счет средств краевого бюджета. Вып. 2. – Барнаул: Азбука, 2008. – С. 237-254.
4. Кириллов В.В., Зарубина Е.Ю., Безматерных Д.М., Ермолаева Н.И., Кириллова Т.В., Яныгина Л.В., Долматова Л.А., Котовщиков А.В., Жукова О.Н., Соколова М.И. Сравнительный анализ экосистем разнотипных озер Касмалинской и Кулундинской долин древнего стока // Наука – Алтайскому краю, 2009 г.: Сб. научн. статей по результатам научн.-исслед. работ, выполненных на счет краевого бюджета. Вып. 3. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2009. – С. 311-333.
5. Кириллов В.В., Безматерных Д.М., Зарубина Е.Ю., Яныгина Л.В., Котовщиков А.В., Кириллова Т.В., Соколова М.И., Жукова О.Н., Долматова Л.А., Ермолаева Н.И. Современное состояние озерно-речных экосистем Алтайского края // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: тез. докл. Междунар. науч. конф., 12-17 сент. 2011 г., Минск – Нарочь / Сост. и общ. ред. Т.М. Михеевой. – Минск: Изд. центр БГУ, 2011. – С. 23.

6. Обзор экологического состояния озера Чаны (Западная Сибирь) / О.Ф. Васильев, Я. Вейн, Х.И. Дрост [и др.]; отв. ред. О.Ф. Васильев, Я. Вейн. – Новосибирск: Академ. изд-во «Гео», 2015. – 255 с.
7. Руководства по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 318 с.
8. Бельшев Б.Ф., Харитонов А.Ю. География стрекоз бореального фаунистического царства. – Новосибирск: Наука, 1981. – 280 с.
9. Чертопруд М.В. Биogeографическое районирование пресных вод Евразии по фауне макробентоса // Журнал общей биологии. – 2010. – Т. 71. № 2. – С. 144-162.
10. Kruglov N.D., Starobogatov Ya.I. Guide to Recent mollusks of northern Eurasia. 3. Annotated and illustrated catalogue of species of the family Lymnaeidae (Gastropoda Pulmonata Lymnaeiformes) of Palearctic and adjacent river drainage areas. Part. 1 // Ruthenica. – 1993. – 3(1). – P. 65-92.
11. Kruglov N.D., Starobogatov Ya.I. Guide to Recent mollusks of northern Eurasia. 3. Annotated and illustrated catalogue of species of the family Lymnaeidae (Gastropoda Pulmonata Lymnaeiformes) of Palearctic and adjacent river drainage areas. Part. 2 // Ruthenica. – 1993. – 3(2). – P. 161-180.
12. Яковлев В.А. Пресноводный зообентос северной Фенноскандии (разнообразие, структура и антропогенная динамика). Ч. 2. – Апатиты: Изд-во Кольск. науч. центра РАН, 2005. – 145 с.
13. Батурина М.А., Лоскутова О.А., Щанов В.М. Структура и распределение зообентоса озер Харбейской системы // J. of Siberian Federal University. Biology. – 2014. – Vol. 7. – P. 332-356.
14. Курашов Е.А. Мейобентос как компонент озерной системы. – СПб.: Алга-фонд, 1994. – 224 с.
15. Timm H., Mols T. Macrozoobenthos of Lake Verevi // Hydrobiologia. – 2005. – Vol. 547. – P. 185-195.
16. Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В., Выхристюк Л.А., Шитиков В.К. Разнообразие и структура сообществ макрозообентоса высокоминерализованной р. Хара (Приэльтонье) // Поволжский экологический журнал. – 2010. – №1. – С. 14-30.
17. Китаев С.П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер разных природных зон // V съезд Всерос. гидроб. об-ва. – Куйбышев, 1986. – Ч. 2. – С. 254-255.
18. Алешина О.А., Усламин Д.В. Зональное распределение макрозообентоса в пресных озерах Тюменской области // Вестн. Тюмен. гос. ун-та. – 2012. – № 12. – С. 160-172.
19. Безматерных Д.М., Жукова О.Н. Состав, структура и факторы формирования сообществ донных беспозвоночных озер юга Обь-Иртышского междуречья // Экология. – 2013. – № 2. – С. 152-160.
20. Bezmaternykh D., Zhukova O. Biodiversity of benthic invertebrates in lakes located along aridity gradient (lakes in the south of West Siberia as a case study) // Sustainable development of Asian countries, water resources and biodiversity under climate change: Proc. of AASSA Regional Workshop. – Barnaul: IWEP SB RAS, 2013. – P. 79-82.
21. Vdovina O.N., Bezmaternykh D.M. Peculiarities of Macrozoobenthos in Lakes of Different Mineralization of the Southern Section of the Ob-Irtysh Interfluvium // Hydrobiological Journal. – 2016. – Vol. 52. – No. 3. – P. 65-73. – DOI: 10.1615/HydrobJ.v52.i3.60

АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД ЗАБОЛОЧЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В РАЙОНАХ НЕФТЕДОБЫЧИ

Воистинова Е.С., Малолетко А.А.

СибНИИСХиТ – филиал СФНЦА РАН, г. Томск, Россия

e-mail: elenavoistinova@yandex.ru

Аннотация: В работе выполнен анализ изменений показателей химического состава вод заболоченной территории на участке разлива нефти Малоичского нефтяного месторождения.

Ключевые слова: химический состав вод, болота, нефтяное загрязнение, Западная Сибирь

ANTHROPOGENIC CHANGES IN CHEMICAL COMPOSITION OF WETLANDS WATER IN OIL PRODUCING REGIONS

Voistinova E. S., Maloletko A. A.

SRIAP – branch of SFNCE SB RAS, Tomsk, Russia

e-mail: elenavoistinova@yandex.ru

Abstract. The paper presents the analysis of changes in indicators of chemical composition of wetlands water at the oil spill site of the Maloichsk oil field.

Key words: chemical composition of water, wetlands, oil pollution, West Siberia

Введение. Развитие хозяйственной деятельности в Западной Сибири происходит в условиях высокой заболоченности, которая в среднем превышает 30 %. Интенсивное воздействие на болота оказывают объекты нефтегазодобывающей промышленности. Добыча, транспортировка, переработка нефти и газа сопровождается поступлением в окружающую среду таких веществ как нефть и нефтепродукты, сильно минерализованных пластовых вод, отработанных буровых растворов и бурового шлама. Все это вызывает загрязнение вод болот и заболоченных земель. Поэтому особую актуальность приобретает изучение процессов антропогенной трансформации химического состава вод заболоченных территорий в районах нефтедобычи. В работе проводится оценка изменений показателей химического состава вод на участке разлива нефти в пределах берёзового и осиново-берёзового заболоченного леса.

Материалы и методы. Участок разлива нефти расположен в районе Малоичского нефтяного месторождения на северо-западе Новосибирской области в бассейне реки Малая Ича (правый приток р. Тара). Разлив нефти и нефтесодержащей жидкости произошёл в конце 2013 года при прорыве нефтепровода. Для оценки экологического состояния, степени и динамики

загрязнения вод на участке разлива нефти проводились комплексные наблюдения в 2014-2016 гг.

Методика исследований включала в себя отбор проб воды в соответствии с (ГОСТ 31861-2012, ГОСТ 17.1.5.04-81, ГОСТ 17.1.4.01-80), последующее определение их химического состава, обобщение и анализ полученных материалов. Пробы воды отбирали в четырёх точках с глубины 20 см в специально подготовленную стеклянную и пластмассовую посуду. Сразу после отбора проб определялись: водородный показатель, окислительно-восстановительный потенциал, температура воды, содержание углекислого газа и растворенного кислорода. Анализ макрокомпонентного состава вод выполнялся по общепринятым методикам в аккредитованном Аналитическом центре СибНИИСХиТ - филиал СФНЦА РАН. Суммарное содержание минеральных веществ определялось величиной плотного остатка. Концентрация тяжёлых металлов определялась методом инверсионной вольтамперометрии. Содержание нефтепродуктов флуориметрическим и ИК-спектрометрическим методами (ПНД Ф 14.1:2:4.128-98, ПНД Ф 14.1:2:4.5-95).

При оценке экологического состояния территории использованы методы геоинформационного моделирования и фоновых показателей. Гидрохимические исследования включали сравнение показателей химического состава вод участка загрязнённого нефтью с фоновыми показателями и ПДК. В качестве фоновой территории был выбран участок заболоченного леса на междуречье рек Бакчар и Икса (Северо-Восточные отроги Васюганского болота) удаленный от антропогенного воздействия и отличающийся слабым развитием транспортной инфраструктуры.

Результаты. Первые экспедиционные исследования участка разлива нефти были проведены в ноябре 2014 года, в ходе которых, было установлено, что загрязненный нефтью участок составил 15–20 м по обе стороны от нефтепровода на протяжении 70–80 м. Вдоль всего нефтепровода в лесном массиве имеется просека, обеспечивающая в случае необходимости,

беспрепятственное перемещение техники. Для устранения прорыва на участке разлива нефти перемещался и работал экскаватор и гусеничная техника. Собранная с поверхности грунта нефть была слита в две рядом стоящие ёмкости.

Вокруг участка разлива нефти произрастает берёзовый и осиново-берёзовый заболоченный лес с высотой деревьев 15 м. Кустарниковый ярус представлен ивой высотой 5 м. Территория относится к заболоченному лесу, максимальная мощность торфа достигает 40 см. Район исследований отличается высокой заболоченностью более 50 %, на севере широко распространены древесно-моховые и древесно-травяные переходные болота, на юго-востоке и северо-западе древесные и древесно-кустарниково-травяные низинные болота и заболоченные леса.

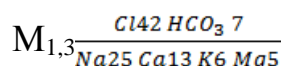


Рис. 1 – Участок разлива нефти на Малоичском нефтяном месторождении (июль 2015 года)

Для определения уровня и степени загрязнения вод нефтью и нефтепродуктами в ноябре 2014 года были отобраны пробы воды в двух точках: точка 1 располагалась в западной части участка разлива нефти, точка 2 в юго-западной части.

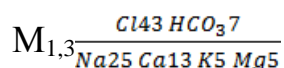
Воды точки 1 в соответствии с классификацией вод по химическому составу Алёкина О.А. [1] хлоридного класса натриевой группы третьего типа

$Cl_{III}^{Na} 9_{1,3}$ нейтральные с минерализацией 1362,4 мг/л (солончатые). Ниже представлена формула химического состава вод точки 1.



Такое соотношение анионов и катионов, преобладание ионов хлора и натрия говорит о поступлении на поверхность участка нефтесодержащей жидкости включающей (пластовые) минерализованные воды. Содержание $S_{орг}$ в водах точки 1 участка загрязнённого нефтью составляет 87,5 мг/л. Концентрации цинка и меди (0,016 и 0,0066 мг/л) незначительно превышают ПДК рыбохозяйственного назначения. Содержание ионов аммония и железа составляет 1,81 и 0,19 мг/л, превышая ПДК всех видов водопользования.

Воды точки 2 нейтральные хлоридного класса натриевой группы третьего типа $Cl_{III}^{Na} 9_{1,3}$ с минерализацией 1333,5 мг/л. Ниже представлена формула химического состава вод точки 2.



Содержание $S_{орг}$ в водах точки 2 составляет 78,1 мг/л, нефтепродуктов – 0,98 мг/л, фенолов – 0,00675 мг/л, что превышает предельно-допустимые концентрации хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного назначения. Концентрация меди (0,0052 мг/л) немного меньше чем в водах точки 1, но также превышает ПДК рыбохозяйственного назначения. Ионы аммония и железа определены в концентрациях больших, чем в водах точки 1 (3,24 и 2,05 мг/л соответственно).

Сравнение показателей химического состава вод точки 1 и 2 с фоновыми показателями говорит о том, что произошла трансформация ионно-солевого состава вод участка разлива нефти со значительным (более чем в 10 раз) повышением минерализации и загрязнением нефтепродуктами. На фоновой территории воды заболоченного леса маломинерализованные (плотный остаток менее 100 мг/л) с преобладанием в анионном составе гидрокарбонат иона. Повышенные концентрации меди и цинка, железа и ионов аммония характерны и для незагрязнённых заболоченных территорий.

В мае 2015 года воды точки 2 участка разлива нефти гидрокарбонатного класса кальциевой группы с минерализацией 107,4 мг/л. Объяснить это можно разбавлением талыми водами загрязнённых вод. Водородный показатель вод точки 2 – 7,4. Содержание углекислого газа составляет 14,9 мг/л. Повышенное содержание органических веществ сохраняется и характеризуется значением $C_{орг}$ – 95,7 мг/л. Концентрация нефтепродуктов выросла и достигла 4,6 мг/л, что связано с миграцией нефтепродуктов с весенними талыми водами. Как и на заболоченных территориях, не затронутых деятельностью человека, в водах участка загрязнённого нефтью наблюдается высокое содержание ионов аммония и железа (5 и 0,93 мг/л).

В июле 2015 года воды точки 2 хлоридного класса натриевой группы третьего типа Cl_{III}^{Na} с минерализацией 3893,8 мг/л. Содержание хлорид иона (2457 мг/л) и иона натрия (436 мг/л) составляет 2457 и 436 мг/л соответственно и превышает фоновые значения в 15-20 раз. Водородный показатель вод точки 2 - 7 единиц рН. Содержание растворённого кислорода незначительное – 0,81 мгО₂/л. Углекислый газ присутствует в высоких концентрациях - 185, 5 мг/л. Содержание $C_{орг}$ составляет 71,8 мг/л. Высокое содержание нефтепродуктов в водах участка загрязнённого нефтью (точка 2) отмечено за весь период наблюдений. Однако в июле 2015 года оно максимально (50 мг/л) и превышает ПДК хозяйственно-питьевого назначения в 166 раз, что может быть вызвано процессами концентрирования и миграции нефти и нефтепродуктов. Как и на заболоченных территориях удалённых от источников антропогенного воздействия в водах точки 2 наблюдается высокое содержание железа – 2,8 мг/л.

В ходе полевых изысканий в июле 2016 года на участке разлива нефти отмечен высокий уровень вод (рисунок 2). Антропогенные формы рельефа заполнены водой с мощной нефтяной пленкой. Микроповышения покрыты нефтепродуктами с обнажениями торфа и песка. С севера и севера-запада наблюдается сток вод с заболоченного березового леса. Высокий уровень

вод и сформировавшиеся водные потоки, вызывают перемещение нефтепродуктов и нефтяной пленки. Поэтому определены изменения конфигурации и размеров участка разлива нефти. Заградительные боны, рукава и каналы, в следствии высокого уровня вод, не выполняют свои функции. Нефтяная пленка свободно перемещается по открытой поверхности воды на юг и проникает в осиново-березовый заболоченный лес. Резервуары, предназначенные для сбора и временного хранения нефти и нефтепродуктов при ликвидации аварийных разливов, переполнены и наклонены, что может вызвать вторичное загрязнение нефтепродуктами участка разлива нефти.

Растительный покров на участке разлива нефти нарушен. Природные условия летнего периода 2016 года (возможно очищение и насыщение растворённым кислородом вод временными водотоками) привели к развитию травяного яруса, который представлен рогозом, осокой спиноза, тростником, частухой (*Alisma plantago-aquatica*), вейником. Растительность произрастает в северной и северо-западной части участка разлива нефти. Проектное покрытие растительного покрова в границах участка разлива нефти составляет 25-30 %. По периметру водоемов антропогенного происхождения произрастает вейник, осока, тростник.

Пробы воды отбирались в точке 2, точке нефтяное загрязнение и берёзовый заболоченный лес. Точка нефтяное загрязнение находится в северо-восточной части участка разлива нефти. Точка берёзовый заболоченный лес расположена севернее участка разлива нефти и характеризует территорию до антропогенного воздействия. При выделении точки берёзовый заболоченный лес учитывалось направление линий стекания для исключения влияния загрязнённых вод.

Воды берёзового заболоченного леса в соответствии с классификацией вод по химическому составу Алёкина О.А. гидрокарбонатного класса, кальциевой группы третьего типа $C_{III}^{Ca} 2_{0,12}$ слабощелочные с минерализацией 124,6 мг/л. Окислительно-восстановительный потенциал вод берёзового заболоченного леса имеет значение + 34 мВ характеризую геохимическую

обстановку как переходную окислительно-восстановительную, т.е. воды берёзового заболоченного леса имеют неустойчивый гидрохимический режим и переменное содержание растворённого кислорода.

В водах берёзового заболоченного леса содержание растворённого кислорода в июле 2016 года составляет 0,1 мгО₂/л. Углекислый газ присутствует в более высоких концентрациях 32,9 мг/л. Как и на заболоченных территориях удалённых от источников антропогенного воздействия в водах берёзового заболоченного леса наблюдается высокое содержание железа – 4,5 мг/л и ионов аммония – 3,08 мг/л. Концентрация цинка (0,02605 мг/л) превышает ПДК рыбохозяйственного назначения, что отмечено и на фоновой территории. Кадмий, свинец, медь определены в концентрациях (<0,0002 мг/л, 0,00188 мг/л, <0,0005 мг/л соответственно) не превышающих фоновых значений. Содержание С_{орг} в водах берёзового заболоченного леса составляет 57,4 мг/л, ХПК – 117,2 мгО/л, нефтепродуктов – 0,026 мг/л, что характерно для не загрязнённых заболоченных территорий.



Рис. 2 – Участок разлива нефти на Малоичском нефтяном месторождении (июль 2016 г.)

Воды точки нефтяное загрязнение по значению водородного показателя нейтральные, в соответствии с классификацией Алёкина О.А.

гидрокарбонатного класса, кальциевой группы. Однако тип вод, определяемый соотношением между ионами в эквивалентах, не соответствует ни одному из выделенных Алёкиным О.А. Объяснить это можно повышенным содержанием ионов натрия и смешанными естественно-антропогенными условиями формирования вод. Классификация Алекина О.А. разработана для природных вод и отражает естественные условия их формирования. Для ионно-солевого состава вод точки нефтяного загрязнения по отношению к березовому заболоченному лесу характерно повышенное содержание ионов магния, натрия, аммония, железа, сульфат и нитрат ионов и более низкое кальция и гидрокарбонат иона.

Минерализация вод точки нефтяное загрязнение - 110,5 мг/л. Более низкие значения минерализации, чем в июле 2015 года (3893 мг/л) можно объяснить высоким уровнем вод и процессами разбавления водами, поступающими с окружающих территорий. Однако при снижении общего содержания химических элементов увеличилось содержание $Fe_{\text{общ}}$ и ионов аммония (6,6 и 6,3 мг/л соответственно).

Окислительно-восстановительный потенциал вод точки нефтяное загрязнение имеет значение -39 мВ характеризую геохимическую обстановку как восстановительную. Концентрация растворённого кислорода составила 0,1 мг O_2 /л. Растворённый углекислый газ содержится в водах точки нефтяное загрязнение в более высоких концентрациях (43, 4 мг/л), что в 1,3 раза больше чем в водах березового заболоченного леса (32,9 мг/л).

Концентрация цинка в водах точки нефтяное загрязнение составляет 0,0562 мг/л и превышает в 2 раза значения концентрации в водах берёзового заболоченного леса и в 5 раз ПДК рыбохозяйственного назначения. Содержание таких тяжелых металлов как свинец (0,00139 мг/л), кадмий (менее 0,0002 мг/л), медь (менее 0,0005 мг/л) не превышает ПДК всех видов водопользования и фоновых значений.

Содержание $C_{\text{орг}}$ в водах точки нефтяное загрязнение составляет 106,6 мг/л. Высокие значения ХПК – 222,6 мгО/л говорят о загрязнении вод

органическими веществами и нефтепродуктами. В водах берёзового заболоченного леса концентрация $C_{\text{орг}}$ составляет 57,4 мг/л, а ХПК – 117,2 мгО/л, что практически в 2 раза меньше, чем в водах точки нефтяное загрязнение. Содержание нефтепродуктов составляет 2,91 мг/л, превышая ПДК хозяйственно-питьевого назначения в 10 раз, ПДК рыбохозяйственного назначения – 58 раз, концентрацию в водах берёзового заболоченного леса в 112 раз.

Выводы. Как показали проведённые исследования, антропогенное воздействие на участке разлива нефти носит ступенчатый и комплексный характер: вырубка просеки для прокладки трубопровода, механическое воздействие (перемещение гусеничной и колесной техники), последующий разлив нефти, сведение оставшегося древесного и кустарникового яруса, нарушение структуры почвенного покрова. Однако нефтяное загрязнение оказывает более интенсивное и глубокое воздействие на компоненты природной среды. Разлив нефти формирует зону с негативным экологическим состоянием, деградацией растительного покрова и повышением пожароопасности территории. Содержание в почве и торфе нефтепродуктов соответствует высокой степени загрязнения. Разлив нефти и нефтесодержащей жидкости вызывает полную смену генетического типа вод характерного для данной территории и этапа развития биогеоценоза. Наблюдается трансформация ионно-солевого состава вод с преобладанием ионов хлора и натрия. Минерализация вод увеличивается до 1674 мг/л (максимальная минерализация определена в июле 2015 года – 3894 мг/л), хлорид иона до 977 мг/л, иона натрия до 250 мг/л, что превышает фоновые значения в 15 – 20 раз. Такой процесс вызывает солевое загрязнение и деградацию растительных сообществ. В воде участка загрязнённого нефтью наблюдается повышенное содержание органических веществ и нефтепродуктов (среднее содержание нефтепродуктов – 18,5 мг/л, максимальное - 50 мг/л), что превышает ПДК хозяйственно-питьевого назначения в период максимального повышения в 166 раз. В результате

поступления на поверхность участка заболоченного леса нефти и сопутствующих (пластовых) минерализованных вод формируется химический состав вод с большой минерализацией, высоким содержанием Cl^- , Na^+ , NH_4^+ , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, CO_2 , низкой концентрацией растворенного кислорода и с повышенным содержанием органических веществ и нефтепродуктов. Большие концентрации подвижного и легко мигрирующего как по торфяной залежи, так и по сопредельным территориям хлорид иона определяют высокую токсичность таких вод. В июле 2016 г. отмечено снижение общего уровня загрязнения вод минеральными веществами. Содержание ионов натрия уменьшилось в 52 раза, хлорид ионов в 105 раз по отношению к уровню загрязнения в ноябре 2014 года. Вызвано это высоким уровнем вод, процессами разбавления и очищения временными водотоками. Однако общий уровень загрязнения вод нефтепродуктами остаётся высоким, превышая ПДК хозяйственно-питьевого назначения в 10 раз, ПДК рыбохозяйственного назначения – 58 раз, концентрацию в водах берёзового заболоченного леса в 112 раз. Соотношение ионов в процентах эквивалентов от общей суммы ионов в водах участка разлива нефти в сравнении с берёзовым заболоченным лесом говорит о сохранении трансформированного ионно-солевого состава вод, который отличается повышенным содержанием Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- и пониженным Ca^{2+} , HCO_3^- .

Литература

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 295 с.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРИБАЙКАЛЬЯ ПО ДАННЫМ ГЕОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Воробьева И.Б., Власова Н.В., Янчук М.С.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия

e-mail: m_s_yanchuk@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты изучения современного эколого-геохимического состояния природно-антропогенных комплексов Прибайкалья (на примере поселков Листвянка, Большое Голоустное и на территории по направлению от г. Иркутска до п. Бохан). Рассмотрены такие природные компоненты как поверхностные воды, снежный покров, почвы. Определены основные источники техногенного загрязнения и деградации природных комплексов.

Ключевые слова: Прибайкалье, природно-антропогенный комплекс, экологическое состояние.

EVALUATION OF ECOLOGICAL STATE OF NATURAL-ANTHROPOGENIC COMPLEXES OF BAIKAL REGION ACCORDING TO GEOCHEMICAL MONITORING

Vorobyova I. B., Vlasov N. V. Yanchuk M. S.

Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

e-mail: m_s_yanchuk@mail.ru

Abstract. The paper presents the study results of the current ecological-geochemical state of natural-anthropogenic complexes of the Baikal region (by the example of Listvyanka and Bolshoe Goloustnoe villages, and the area within Irkutsk city and Bokhan settlement). Such natural components as surface water, snow cover, and soil are considered. The major sources of technogenic pollution and degradation of natural systems are specified.

Keywords: Baikal region, natural-anthropogenic complex, ecological state.

Экологическая оценка определяет степень пригодности природных условий территории для проживания человека и какого-либо вида его хозяйственной деятельности. Экологическая оценка территории включает анализ качества окружающей среды и ее изменения под воздействием техногенных факторов, что подразумевает определение степени остроты экологической ситуации [5].

В связи с увеличивающимся антропогенным воздействием, особую актуальность приобретают проблемы комплексного исследования природной среды, рационального природопользования и разработки геоэкологического прогноза состояния природных комплексов. Под экологическим состоянием понимается состояние естественных природных сообществ или сообществ, приближенных к естественным, которые обеспечивают экологическую устойчивость фоновых экосистем региона (по параметрам антропогенной нагрузки, степени нарушенности, показателям биоразнообразия и др.).

Оценка состояния природных комплексов особенно важна для уникальной экологической системы озера Байкал и соседних районов.

Актуальность исследований связана с усилением процессов урбанизации, рекреационным освоением и активизацией антропогенных изменений всех компонентов, особенно его прибрежной части. В связи с особым статусом самого озера и его ближайшего природного окружения использование территории основывается на законодательных актах по рациональному природопользованию и охраны среды, которые предусматривают повышение эффективности природоохранной деятельности и комплексное решение экологических задач.

Целью работы является оценка современного состояния природно-антропогенных комплексов Прибайкалья в условиях увеличивающейся хозяйственной деятельности.

Материалы и методы. Объектом исследования послужили компоненты природно-антропогенных комплексов Прибайкалья: почвенный покров, поверхностные воды, снег, лёд и подледная вода.

Район исследования расположен по Байкальскому тракту (территория п. Листвянка), по Голоустненскому тракту (до п. Большое Голоустное), по долине реки Голоустной и по Александровскому тракту (до п. Бохан) (рис. 1). Территория исследования пересекает две примыкающие друг к другу тектонические структуры – Байкальскую рифтовую зону (поселки Листвянка и Большое Голоустное) и южный выступ Сибирской платформы – Среднесибирского плоскогорья (п. Бохан). Эти две тектонические структуры и обуславливают формирование орографических единиц и в целом ландшафтную ситуацию территории.

Климатические характеристики территорий исследований отличается между собой, так в поселке Бохан он резко континентальный. Зимой преобладает малооблачная и малоснежная погода, со слабыми ветрами, устанавливается антициклон. Лето умеренно теплое, дождливое. Во второй половине лета выпадает около полугодовой нормы осадков- 90-100 мм в месяц. Юго-западное побережье озера Байкал имеет отличительные особенности от фонового резко континентального климата Восточной Сибири обусловленные воздействием обширной водной массы Байкала в сочетании с барьерной ролью обрамляющих водоем разновысотных хребтов.

Территории вблизи озера характерен континентальный тип климата. Это обстоятельство определяет относительно холодное лето и теплую зиму. Годовая сумма осадков составляет от 300 до 400 мм [1].



Рис. 1 – Карта-схема района исследования и расположение точек отбора образцов

Ландшафтная структура к северо-западу от Иркутска (по Александровскому тракту до поселка Бохан) представлена подгорно-подтаежными светлохвойными ландшафтами плоских и волнистых равнин, а также к горно-таежными светлохвойными ландшафтами предгорно-рядовых и холмистых плато, склоновых и низкогорных форм рельефа, с мерзлотными формами. Растительный покров выражен осиново-березовыми разнотравными устойчивыми лесами, сосновыми и лиственнично-сосновыми рододендровыми бруснично-травяными лесами на выровненных поверхностях и пологих склонах, а также сосновыми остепненными бруснично-травяными лесами [6]. Поселения Листвянка и Большое Голоустное расположены на Приморском хребте. Приморский хребет занимают горно-таежные, горно-тундровые и горно-степные ландшафты. Растительные сообщества представлены светлохвойными сосновыми и лиственничными лесами, а также темнохвойными лесами. Мезоклиматические условия способствуют развитию темнохвойных лесов из кедра и пихты [3].

Хозяйственная специализация п. Бохан, обладающего благоприятными для сельского хозяйства природными условиями, формировалась в тесной связи с экономикой Иркутской области. Экономическому подъему сельского хозяйства способствовал период освоения залежных и целинных земель. В

этот время возросли посевные площади района и техническая оснащенность хозяйств [2].

Прибрежная территория озера Байкал, где расположены поселки Листвянка и Большое Голоустное, в последнее время активно застраивается частными домами, гостиницами и кемпингами, приобретая черты туристско-рекреационной местности. Хозяйственно-бытовые сточные воды либо не очищаются, либо очищаются, но не на достаточном уровне и поступают в озеро Байкал. Кроме этого побережье испытывает влияния Иркутско-Черемховского и Южнобайкальского промышленных узлов. Загрязняющие вещества распределяются за счет мезомасштабного переноса вдоль долины р. Ангары в периоды северо-западного переноса воздушных масс, повторяемость которых – 29–34 % в течение года [7]. В Боханском районе основные источники поступления загрязняющих веществ сосредоточены в пяти городах Иркутской области: Иркутск, Шелехов, Ангарск, Усолье-Сибирское, Черемхово. На долю предприятий этих городов приходится 60 % суммарных выбросов стационарных источников всей Иркутской области. Источниками загрязнения атмосферного воздуха в поселках являются небольшие котельные, работающие на твердом топливе.

Территории исследования развиваются по двум направлениям: сельскохозяйственному (поселок Бохан) и туристическому (поселки Листвянка и Большое Голоустное).

Результаты и обсуждение. Для оценки степени загрязненности природно-антропогенных комплексов в октябре и марте 2014-2016 годах были взяты образцы поверхностных и подземных вод, снега, льда и подледной воды. Химико-аналитические работы проводились по стандартизированным методикам.

Основными источниками загрязнения поверхностных и подземных вод служат атмосферные выбросы от промышленных предприятий и автотранспорта, а также хозяйственно-бытовые сточные воды. В атмосферных выпадениях содержатся минеральные, органические и взвешенные вещества, соединения серы, углерода и др.

Показатель рН в отобранных образцах воды изменяется от 7,18 до 8,24.

В результате химического анализа образцов установлено, что содержание в поверхностных водах хлоридов и сульфатов превышает фоновые значения района исследования (табл. 1). Фоновые концентрации составляют 5,5 мг/дм³ и 0,4 мг/дм³ соответственно [4].

Концентрация хлоридов в поверхностных водах подвержена заметным сезонным колебаниям, коррелирующим с изменением общей минерализации воды. Основным источником хлора в природных водах являются хлористые минералы (галит, сильвин и др.), почвы, атмосферные осадки, стоки промышленных предприятий и хозяйственно-бытовые отходы.

Также был проведен анализ на концентрации нефтепродуктов. Нефтепродукты относятся к числу наиболее распространённых токсичных веществ. Основными источниками поступления данных поллютантов на исследуемую территорию являются котельные, выхлопы автотранспорта, а также воздушные массы, поступающие с территории Иркутско-Черемховского и Южнобайкальского промышленных узлов. В целом, концентрации нефтепродуктов в пробах находятся на уровне ниже, чем установленные нормы ПДК рыбохозяйственного назначения. Превышение ПДК наблюдается в пробах поверхностной воды отобранных р. Качиг. Увеличение концентрации нефтепродуктов отмечены в пробах, отобранных вблизи дороги и котельных.

Снежный покров информативен при изучении загрязнения природной среды, он обладает высокой сорбционной способностью и захватывает основную часть продуктов техногенеза поступающих с атмосферными выбросами.

Анализ химических веществ в снежном покрове исследуемой территории был проведен по маршруту от г. Иркутска до п. Бохан, в лесном массиве, на территории поселков Листвянка и Большое Голоустное, а также на акватории озера Байкал. Исследования на акватории проводится в рамках системы: снег на льду – лед – подледная вода. Показатель рН находится в пределах 5,58 – 6,72, что является показателем загрязнения снежного покрова оксидами металлов и выхлопами автотранспорта. В отобранных образцах снега, льда и подледной воды отмечено превышение фоновых значений

хлоридов и сульфатов.

Таблица 1 – Физико-химическая характеристика поверхностных вод

№ точки	Место отбора пробы	t	pH	Cl ⁻ , мг/дм ³	HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	Нефтепродукты, мг/дм ³
Александровский тракт: Иркутск-Бохан						
Б16	Источник	6,0	8,24	15,00	20,74	0,005
Б5	р. Болей	5,0	7,5	22,72	25,62	0,007
Б6	р. Ирей	6,0	8,09	0,36	2,44	0,500
Б8	р. Олонка	3,0	7,54	1,77	2,44	0,022
Б9	р. Качиг	5,0	7,70	1,78	31,72	0,122
Б14	р. Тараса	3,0	7,74	1,42	85,40	0,006
Б12	р. Ида	5,5	7,81	2,13	18,91	0,008
п. Листвянка						
010Б	п. Каменушка, акв. Байкала	8,0	7,30	1,42	28,67	0,090
010р	р. Каменушка	3,0	7,47	1,42	29,89	0,012
17	р. Сеннушка, за постройками	10,0	7,69	1,42	1,22	0,015
18	р. Сеннушка	3,0	7,54	54,69	1,83	-
18Б	п. Сеннушка, акв. Байкала	9,0	7,16	1,78	25,62	0,006
15	р. Банный	3,5	7,82	0,71	6,71	0,114
16Б	п. Банная, акв. Байкала	11,0	7,42	1,07	9,76	0,005
12	р. Крестовка	3,5	7,75	1,78	2,44	-
41Б	р. Крестовка, акв. Байкала	10,5	7,20	0,71	3,05	0,021
9р	р. М. Черемшанка	4,0	7,45	4,26	59,78	0,143
52	р. М. Черемшанка	3,2	7,18	4,26	12,20	-
10	п. М. Черемшанка, акв. Байкала	10,0	7,69	1,78	40,87	0,009
6	р. Б. Черемшанка, за постройками	3,5	7,75	0,25	24,40	0,024
п. Большое Голоустное						
Г33	Русло р. Голоустной	2,0	7,56	3,50	40,26	0,002
Г32	Русло р. Голоустной	5,0	8,00	2,49	159,82	-
Г19	Русло р. Голоустной	4,0	7,91	2,80	132,98	0,017
Г16	Русло р. Голоустной	3,0	7,79	3,50	134,20	0,005
Г21	Русло р. Голоустной	4,0	7,99	1,42	146,40	0,032
Г10	Русло р. Голоустной	1,0	7,98	2,49	128,10	0,004
Г17	р. Урунтин	4,0	7,96	2,80	173,24	0,003
Г15	р. Косьма-Деревенский	4,0	7,93	2,80	146,40	0,023
Г11	п. Малое Голоустное	1,5	7,46	17,60	32,94	0,010
Г12	п. Малое Голоустное	4,0	7,63	4,90	48,80	0,028
Г27	р. Правый Роговик	6,0	7,84	2,49	86,14	0,008
Г29	р. Еловка	6,0	7,93	2,49	156,16	0,029
Г18	р. Сухой	5,0	7,59	4,90	61,00	0,003

Примечание: «-» – данные отсутствуют

Главным источником сульфат-ионов в поверхностных водах являются процессы химического выветривания и растворения серосодержащих

минералов. Существенные количества сульфатов рассеиваются на исследуемой территории с воздушными выбросами промышленных предприятий, ТЭЦ, котельных (рис. 2)

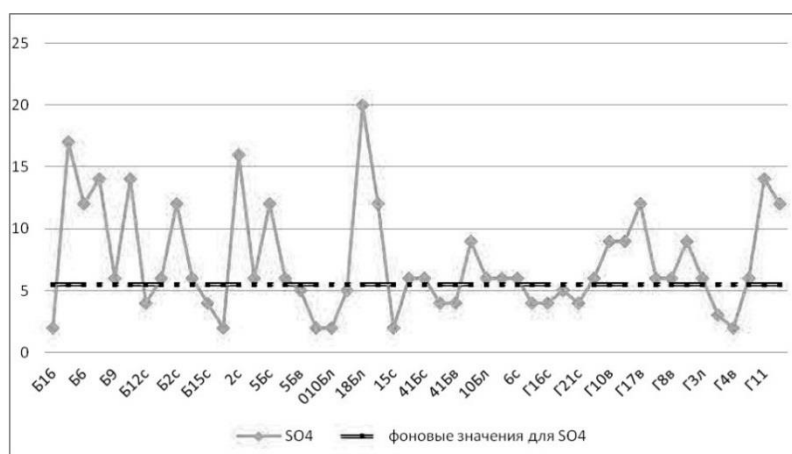


Рис. 2 – Содержание сульфатов в поверхностной и подледной воде, снежном покрове и льде, мг/дм³

Для концентраций нефтепродуктов, присутствующих в снежном покрове, уровни критической нагрузки в настоящее время не разработаны, поэтому для оценки состояния загрязнения снежного покрова, также как и для оценки загрязнения поверхностных вод, использовались предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ для поверхностных вод рыбохозяйственного назначения (0,05 мг/дм³). Концентрации нефтепродуктов в снежном покрове также не превышают предельно допустимые нормы. В весенний период (март), в результате интенсивного таяния снежного покрова, в котором нефтепродукты накапливаются в течение всего зимнего сезона, отмечено повышение концентраций.

Основными причинами ухудшения состояния почвенного покрова исследуемой территории являются: отчуждение земель под сельское хозяйство, строительство. В результате механического воздействия происходит разрушение почвенного и растительного покрова.

Приоритетное влияние на почвенный покров Боханского района оказывает сельское хозяйство. Под сельхозпроизводство освоено 40 % территории района. По сведениям Боханского районного производственного управления сельского хозяйства, около 30 % пахотных земель района подвержено ветровой и водной эрозии. Пастьба скота ведет к уничтожению растительности, что впоследствии становится причиной смыва почвенного

покрова. Почвенный покров поселений на юго-западном берегу Байкала испытывает сильное рекреационное воздействие, усилившееся в последние годы. Следствием этого является уплотнение почвенного покрова, разрушение верхних горизонтов почв, он обезображен множеством ям, канав, бугров и рытвин.

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что природно-антропогенные комплексы района исследования подвержены негативному влиянию хозяйственной и рекреационной деятельности. Скорость, темпы и результат этой деятельности определяются сочетанием исторического развития, природной и экономической составляющих.

Поскольку в поселениях отсутствуют промышленные предприятия со значительными выбросами, то основными источниками загрязняющих веществ являются мелкие котельные и печное отопление жилого сектора, а также выбросы автотранспорта. Поллютанты привносятся с атмосферным переносом с Иркутско-Черемховского и Южнобайкальского промышленных узлов.

Литература

1. Байкал (атлас) / ред. Г. И. Галазий. – М.: Изд-во Федеральной службы геодезии и картографии России, 1993. – 160 с.
2. Боханский район муниципальное образование [Электронный ресурс]. – URL: <http://bohan.irkobl.ru/about/index.php>.
3. Воробьева И.Б., Власова Н.В., Гагаринова О.В., Макаров С.А., Софронов А.П., Янчук М.С. Современное состояние территории поселка Листвянка по данным анализа растительности, поверхностных вод и снежного покрова // География и природные ресурсы. – 2016. – № 6. – С. 31-35.
4. Гребенщикова В.И., Лустенберг Э.Е., Китаев Н.А., Ломоносов И.С. Геохимия окружающей среды Прибайкалья (Байкальский экологический полигон). – Новосибирск: Акад. из-во "Гео", 2008. – 234 с.
5. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие: учеб. пособие. – М.: Смоленск: Маджента, 2003. – 384 с.
6. Байкаловедение / О.Т. Русинек, В.В. Тахтеев, Д.П. Гладкочуб, Т.В. Ходжер, Н.М. Буднеев, Е.В. Безрукова, В.В. Галкин, В.И. Галкина, Л.З. Гранина, О.И. Горюнова, Т.В. Донская, В.М., Домышева, И.М. Ефимова, Е.А. Зилов, М.И. Кузьмин, О.Г. Лопатовская, В.Ф. Лямкин, А.Н. Мазукабзов, В.Д. Мац, А.С. Плешанов, В.А., Фиалков, С.И. Шаманова, П.П. Шерстянкин, М.Н. Шимараев. – в 2кн. – Новосибирск: Наука, 2012. – Кн. 1. – 468 с.
7. Чебаненко Б.Б., Майсюк Е.П. Байкальский регион: пределы устойчивости. – Новосибирск: Наука, 2002. – 160 с.

ПРИРОДНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ НА ТЕРРИТОРИИ ТУВЫ

Кальная О.И., Аюнова О.Д.

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, г. Кызыл, Россия

e-mail: kalnaja@mail.ru

Аннотация. в статье рассматриваются природные экологические риски, встречающиеся на территории Тувы. Риски природного характера, приравненные к чрезвычайным ситуациям, фиксируются Агентством по обеспечению деятельности в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и спасения на водах на территории Республики Тыва (Агентство ГО и ЧС Республики Тыва). Кроме этого, природные экологические риски являются предметом научных исследований, в ходе которых получены многолетние наблюдения и статистические данные о явлениях.

Ключевые слова: природные экологические риски, сейсмические явления, разрушительные паводки, ураганные ветры, природный очаг чумы.

NATURAL ENVIRONMENTAL RISKS ON THE TERRITORY OF TYVA

Kal'naya O.I, Ayunova O.D.

Tuva Institute for Exploration of Natural Resources SB RAS, Kyzyl, Russia

e-mail: kalnaja@mail.ru

Abstract. The paper deals with natural environmental risks occurred on the territory of Tyva. Risks of natural character equated with the emergencies are recorded by the Agency for providing activities in the civil defense, protection of population and territories from emergency situations on the territory of the Republic of Tyva (Agency of civil defense and emergency situations of the Republic of Tuva). Besides, natural environmental risks are the subject of research providing data on the long-term observations and statistical data about phenomena.

Keywords: natural environmental risks, seismic events, devastating floods, hurricane winds, natural plague focus

Экологические риски – это вероятность возникновения отрицательных явлений или изменений в окружающей природной среде, или отдалённых неблагоприятных последствий этих изменений, возникающих вследствие отрицательного воздействия на окружающую среду. Исходя из причин возникновения, выделяются природные экологические риски, обусловленные изменениями в окружающей природной среде, и антропогенные экологические риски, обусловленные появлением и развитием деятельности человека. Оценка экологического риска может быть проведена на основании имеющихся научных и статистических данных об экологически значимых событиях, катастрофах, имеющих неблагоприятные последствия для состояния окружающей среды и здоровья населения.

На территории Республики Тыва существуют экологические риски, связанные как с природными явлениями, так и антропогенного характера.

Цель работы: характеристика природных экологических рисков на территории Тувы.

Материалы и методы. Республика Тува расположена в Южной Сибири, в центре Азиатского материка, и граничит на западе с Республикой Алтай, на севере – с Хакасией, Красноярским краем, Иркутской областью, на северо-востоке – с Республикой Бурятия. Самая протяжённая юго-восточная и южная граница Тувы с Монголией является государственной границей Российской Федерации (рис. 1).

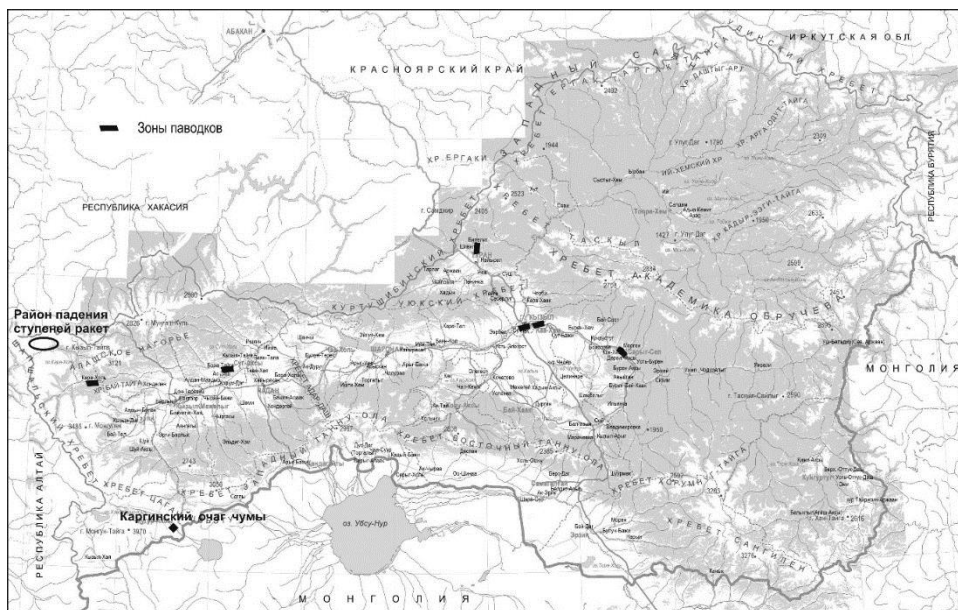


Рис. 1 – Обзорная карта. Расположение Республики Тыва

Площадь республики составляет 168 604 км², население (по данным на 2016 г.) – 315 637 человек. Столица Тувы – г. Кызыл. В Туве преобладают горные массивы, которые занимают около 80 % территории, и лишь оставшаяся её часть принадлежит межгорным котловинам. Климат республики резко континентальный, с очень высокой годовой и суточной амплитудой температур воздуха и малым количеством осадков. Средняя многолетняя месячная температура воздуха в январе-феврале колеблется от -25 до -35°. Абсолютный минимум температуры в 2011 году составил -58°. Средняя июльская температура в котловинах составляет около +20°, в горах выше 1000 м – около +12°. Абсолютный максимум температуры воздуха в Кызыле в 2011 г. достиг +43°. Среднегодовое количество осадков составляет 150-300 мм в котловинах, в горных районах достигает 1000 мм [1].

Все экологические риски природного характера (чрезвычайные ситуации) фиксируются Агентством по обеспечению деятельности в области

гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и спасения на водах на территории Республики Тыва (Агентство ГО и ЧС Республики Тыва), а также отражаются в ежегодных Государственных докладах о состоянии окружающей среды Республики Тыва.

Кроме этого, природные экологические риски на территории Тувы являются предметом научных исследований, в ходе которых получены многолетние наблюдения и статистические данные о явлениях.

Полученные результаты. Рассмотрим экологические риски, связанные с природными явлениями на территории Тувы.

1. Сейсмические условия. Тува является сейсмически опасным регионом. Территория республики располагается в Алтае-Саянской сейсмической области Байкало-Монголо-Алтайского трансзиатского сейсмоактивного пояса. Высокая сейсмичность территории связана с глубинной геодинамикой в зоне Байкальского рифта и трансформацией Южно-Сибирского астеносферного диапира. Треть общего количества происшедших землетрясений в Алтае-Саянской области зарегистрирована в Туве (рис. 2).

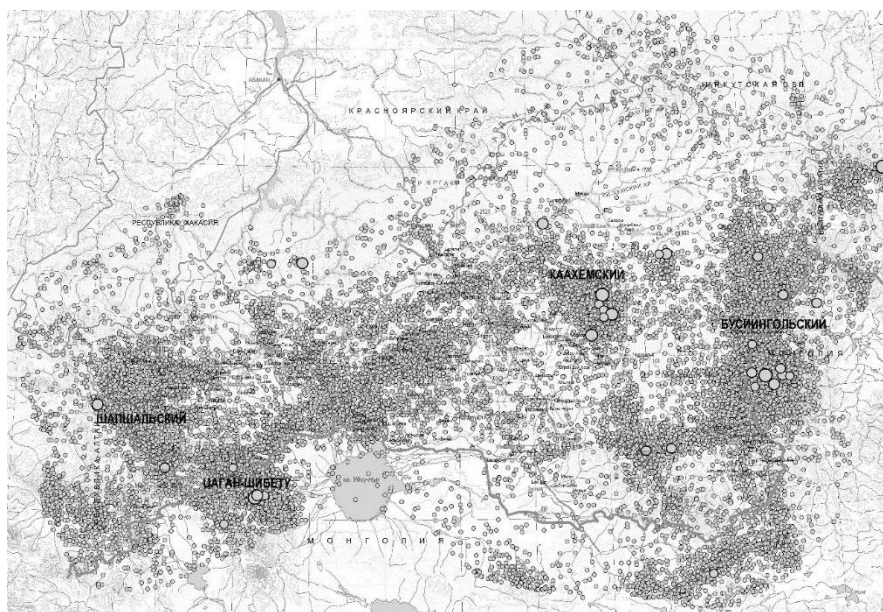


Рис. 2 – Карта сейсмических событий, произошедших в Туве за период 2010-2015 гг.
Очаги крупных землетрясений

летнего таяния снежного покрова и летних осадков, часто вызывающих разрушительные паводки. Практически ежегодно в период весеннего половодья происходит затопление целого ряда жилых поселков, расположенных на Большом Енисее, Малом Енисее, Хемчике (сёла Сыстыг-Хем, Сарыг-Сеп, Оттуг-Даш, Ийи-Тал, Кара-Холь, Алдан-Маадыр, Суг-Аксы и др.), в том числе микрорайонов г. Кызыла (рис. 1). Наиболее крупное наводнение за последние 20 лет произошло в 2001 г., когда уровень в р. Верхний Енисей превысил критический на 1,0 м. Под водой оказалось более 700 жилых домов и дачных участков. В общей сложности было эвакуировано 1600 человек. В 2010 году паводковыми водами были повреждены покрытия семи дорог республиканского значения. Материальный ущерб по оценкам специалистов Минтранса составил около 7 млн. рублей.

По данным [2] в период с 27 мая по 2 июня 2014 г. в западных районах Республики Тыва прошли обильные дождевые осадки, в результате которых поднялся уровень рек Алаш, Хемчик и их притоков. Пострадали от паводка 183 семьи (425 человек). В пяти районах республики (Бай-Тайгинском, Барун-Хемчикском, Дзун-Хемчикском, Кызылском и Сут-Хольском) в результате паводка пострадала дорожная инфраструктура.

3. *Ураганные ветры.* Весна в Туве (в котловинах) начинается в марте-апреле. Рост радиационного баланса и резкое повышение температур приводит к повторяемости северо-западных ветров со скоростью 15-22 м/с, порывами до 25-35 м/с, которые вызывают сильные пыльные бури, и иногда приводят к разрушению жилых зданий и сооружений, редко – к трагической гибели людей.

4. *Лесные пожары.* Последнее десятилетие в Туве участилось возникновение пожаров и увеличилась площадь горельников. В отдаленных таежных районах республики фиксируется возникновение пожаров в результате прохождения сухих гроз. Однако количество возгораний природного характера составляет около 5% от общего числа очагов пожаров. По данным Агентства ГО и ЧС Республики Тыва [2] за пожароопасный сезон

на землях лесного фонда в 2014 году возникло и ликвидировано 355 лесных пожаров на общей площади 104209,84 га, в том числе: лесная площадь, пройденная пожарами, составила 99608,24 га; нелесная площадь – 4601,60 га. В сравнении с 2013 годом (122 лесных пожара) количество лесных пожаров 2014 году увеличилось на 66%, лесная площадь, пройденная пожарами, увеличилась в 3,06 раз.

5. *Природный очаг чумы.* Активный природный очаг чумы в Туве расположен в западных Монгун-Тайгинском и Овюрском районах (рис. 1). Основные переносчики заболевания – грызуны и питающиеся кровью эктопаразиты животных и человека (блохи и клещи). Легочный тип чумы может передаваться от человека к человеку воздушно-капельным путем. Инкубационный (скрытый) период легочной чумы может составлять всего 24 часа.

В течение ряда лет сотрудниками ТуВИКОПР СО РАН выполняется изучение состояния природного очага чумы с применением методов математического и геоинформационного моделирования [3]. В ходе работ проведен анализ пространственно-временной динамики эпизоотий чумы, показана временная цикличность эпизоотий, получена корреляционная связь активности эпизоотических процессов с климатическими факторами, выявлена пространственная приуроченность эпизоотий чумы к четвертичным отложениям второго звена среднего плейстоцена различного генезиса (рис. 4).

6. *Источники ионизирующего излучения (ИИИ).* Основным источником облучения населения Республики Тыва являются природные ИИИ, их вклад в формирование доз облучения населения составляет 94,9% от всех источников ионизирующего облучения. В целом, средняя индивидуальная эффективная доза (СИД) облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения в 2013 г. составила 7,134 мзв/год, что почти на 117% больше чем аналогичный средний показатель по Российской Федерации (в РФ – 3,289 мзв/год) (рис. 5).

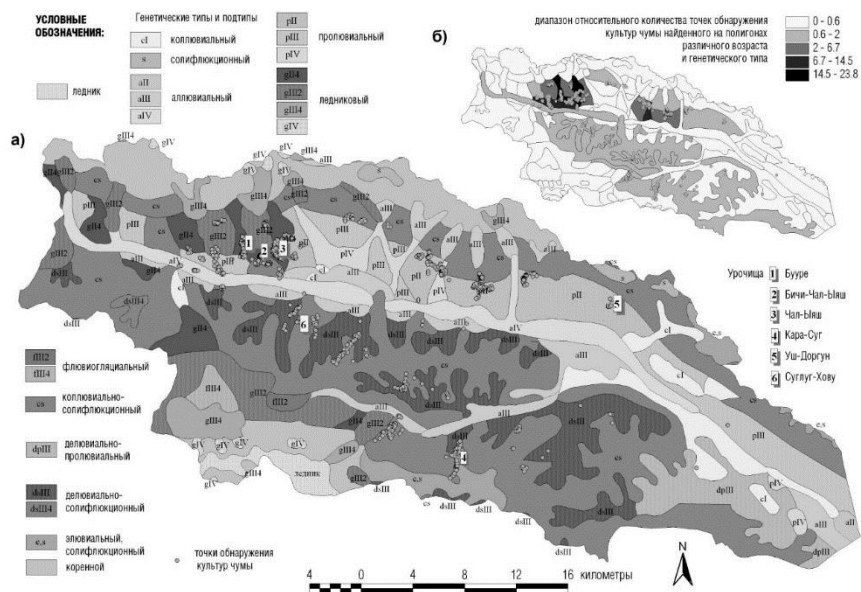


Рис. 4 – Приуроченность культур чумы к четвертичным отложениям различного генезиса

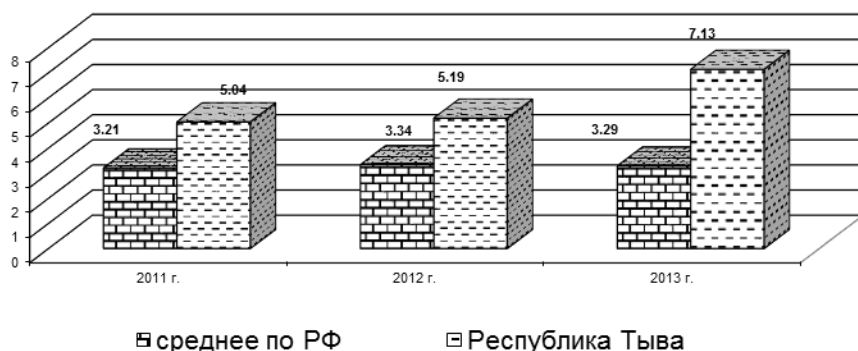


Рис. 5 – Средняя индивидуальная эффективная доза облучения населения Республики Тыва за счет природных источников ионизирующего облучения за 2013 г., мзв/год

В соответствии с СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)» облучение населения республики от природных ИИИ является повышенным – республика находится на территории с повышенным природным радиационным фоном. Основным источником повышенного природного облучения является облучение за счет изотопов радона и их короткоживущих дочерних продуктов распада, и его вклад составляет 80% от суммарной дозы всех природных ИИИ на территории Тувы [2].

Выводы: из вышеизложенного материала следует, что на территории Тувы отмечается довольно широкий спектр природных экологических рисков, которые в отдельных случаях приравниваются к чрезвычайным ситуациям и наносят значительный материальный ущерб.

Агентством гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и спасения на водах на территории Республики Тыва (Агентство ГО и ЧС Республики Тыва) оперативно проводятся мероприятия по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Литература

1. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Тыва в 2011 году. – Кызыл, 2012.– 125 с.
2. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Тыва в 2014 году. – Кызыл, 2015.– 130 с.
3. Кол Н.А., Калуш Ю.А., Ростовцев М.Г., Чульдун А.Ф., Мамаш Е.А. Использование ГИС-технологий при анализе пространственной динамики Каргинского мезоочага Тувинского природного очага чумы // Геоинформатика. – 2008. – № 3. – С. 11-16.
4. Кужугет К.С., Монгуш С.-С.С. Мониторинг землетрясений Центральной Тувы // Новые исследования Тувы – 2014. – № 1. URL: http://www.tuva.asia/journal/issue_21/6980-kuzhuget-mongush.html

ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ВОДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В КРАСНОЯРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Кольцов И.В.^{1,2}, Ямских Г.Ю.¹

¹ Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

² ФГУ «Енисейрегионводхоз», г. Красноярск, Россия

e-mail: ivan_kolcov@mail.ru

Аннотация. В докладе проводится обзор существовавших и действующих сетей наблюдения за гидрологической и гидрохимической обстановкой на Красноярском водохранилище. Приведено описание развития сети гидрохимических мониторинговых наблюдений ФГУ «Енисейрегионводхоз» в 2012-2016 гг. Приведены основные результаты наблюдений за период проведения наблюдений.

Ключевые слова. гидрохимия, Красноярское водохранилище, мониторинг

ORGANIZATION OF MONITORING OF WATER AND SEDIMENTS IN THE KRASNOYARSK RESERVOIR

Koltsov I.V.^{1,2}, Yamskikh G.Y.¹

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

² FGU "Yeniseiregionvodhoz", Krasnoyarsk, Russia

e-mail: ivan_kolcov@mail.ru

Abstract. The report provides an overview of the historical and existing observing networks of the hydrological and hydrochemical situation at the Krasnoyarsk reservoir. The paper describes the development of a network of hydrochemical monitoring observations of FGU "Yeniseiregionvodhoz" in 2012-2016. The core results of this research are given.

Keywords: hydrochemistry, the Krasnoyarsk water reservoir, monitoring

В результате строительства гидроэлектростанций на реке Енисей был сформирован каскад крупных водохранилищ. Старейшим и нижним в каскаде является Красноярское водохранилище. В настоящем докладе проводится краткий обзор основных мониторинговых наблюдений на Красноярском водохранилище в период его существования. А также, более детально рассматриваются гидрохимические наблюдения, проводимые ФГУ «Енисейрегионводхоз» в 2012-2016 гг. и результаты, полученные в результате наблюдения.

Наполнение Красноярского водохранилища происходило с 1967 по 1970 гг.

На данный период основные морфометрические характеристики Красноярского водохранилища:

Объем при НПУ – 73 млн. м³; площадь зеркала – 2062 км²; длина - 335,5 км; ширина средняя – 6,147 км; ширина максимальная – 10,547 км; глубина средняя – 35,43 м; глубина максимальная – 110,07 м; протяженность берегов (без островов) – 2441,6 км

Берега Красноярского водохранилища в большинстве своем крутые. Водохранилище глубокое, имеет ярко выраженный русловый характер с ограниченным мелководьем и многочисленными заливами, образовавшимися в устьях впадающих рек.

По характеру распределения глубин в водохранилище можно выделить три зоны:

1) прибрежная – от уреза до глубины 3 м, которая тянется узкой полосой вдоль отмелей берегов и находится главным образом в верхней части водоема (5% площади водохранилища);

2) мелководная – с глубинами от 3 до 10 м (11% площади);

3) глубоководная – глубже 10 м, распространена наиболее широко и охватывает более 84 % всей площади водохранилища.

Особенно обширна глубоководная зона в средней и нижней частях водоема, мелководья здесь практически нет, прибрежная зона сразу переходит в глубоководную. Глубины от 10 до 30 м занимают 28 % всей площади водоема, от 30 до 40 м – 12%, более 40 м – 44% [2].

Начиная с начала наполнения на водохранилище велись мониторинговые работы такими организациями как СибрыбНИИпроект, Красноярский Государственный университет, Дивногорская гидрометеорологическая обсерватория, Среднесибирское УГМС [1]. В разные периоды времени проводились гидрологические, гидрохимические, гидробиологические и морфологические наблюдения на различных участках водохранилища. В 1990-х – 2000-х годах объем проводимых наблюдений был значительно уменьшен. Например, количество гидрометеорологических постов Среднесибирского УГМС уменьшилось с 8 в 1990 г до 3 в 2012 г, также сократился объем работ, выполняемых Сибирским федеральным университетом (Красноярский государственный университет) [1].

Начиная с 2011 года с созданием на базе ФГУ «Енисейрегионводхоз» гидрохимической лаборатории началось формирование ведомственной наблюдательной сети на Красноярском водохранилище с целью мониторинга

качества воды и донных отложений. С 2012 года начата систематическая работа по мониторингу качества вод и донных отложений согласно разработанным программам наблюдений.

Целями мониторинга являются:

– своевременное выявление и прогнозирование развития негативных процессов на водных объектах, влияющих на качество воды водных объектов и их состояние, разработка и реализация мер по предотвращению негативных последствий этих процессов;

– оценка эффективности осуществляемых мероприятий по охране водных объектов;

– информационное обеспечение управления в области использования и охраны водных объектов, в том числе в целях государственного контроля и надзора за использованием и охраной водных объектов.

При выборе мест наблюдения учитывались такие факторы как расположение притоков, источников загрязняющих веществ, а также необходимость определения общих гидрохимических закономерностей на водохранилище. Одним из требований к размещению пунктов наблюдения было отсутствие на участках действующих постов государственной сети наблюдений Росгидромета.

За весь период наблюдений отбор проб осуществлялся в 13 пунктах (рис. 1).

Наибольший объем данных накоплен в пунктах наблюдений на Моховском и Новоселовском плесе (п. 1, п. 6), предплотинном створе в 1 км выше Красноярской ГЭС (п. 12), и в зонах влияния выпусков очистных сооружений п. Краснотуранск (п. 4) и п. Новоселово (п. 7).

Отбор проб воды на Новоселовском плесе и на предплотинном участке производится в поперечных створах по всей ширине водохранилища (0,1; 0,5; 0,9 ширины) и на различных глубинах (от поверхностного до придонного слоя).

Менее объемные и продолжительные наблюдения проводились в устьевых участках заливов рек Туба (п. 2), Сисим (п. 8), Дербина (п. 11), Бирюса (п. 12); в районах поселков Анаш (п. 5), Приморск (п. 9), Даурское (п. 10).

Отбор проб воды и донных отложений проводится преимущественно ежеквартально и максимально приурочен по времени к основным гидрологическим фазам (зимой в период ледостава при наиболее низком уровне воды и наибольшей толщине льда, в начале весеннего наполнения водоёма, в период максимального наполнения, при наиболее низком уровне в летне-осенний период).

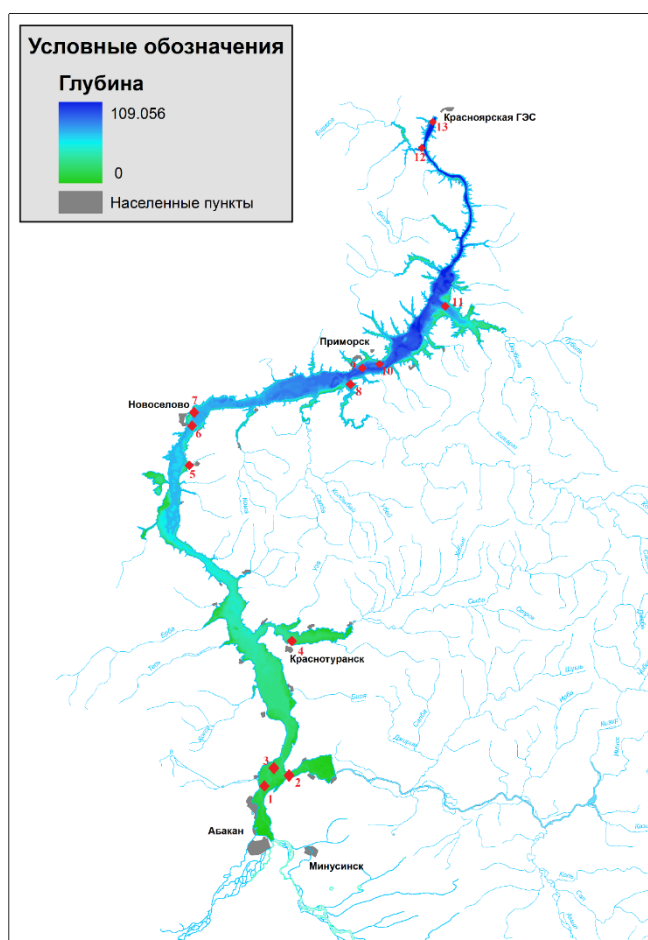


Рис. 1 – Схема размещения пунктов наблюдения на Красноярском водохранилище

При выполнении работ по ведению наблюдений за качеством воды водных объектов исполнители руководствовались следующими нормативными документами: ГОСТ 17.1.3.07-82 «Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков», РД 52.24.309-2011 «Организация и проведение

режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши».

Наблюдения за качеством воды проводились по 21-28 показателям из области аккредитации гидрохимической лаборатории. В зависимости от полученных на первоначальном этапе результатов перечень наблюдаемых показателей корректировался. На данный момент, основными наблюдаемыми показателями являются: растворенный кислород, биологическое потребление кислорода за пять дней (БПК₅), биологическое потребление кислорода за 20 дней (БПК_{полн}), химическое потребление кислорода (ХПК), фенолы, нефтепродукты, нитрит-ионы, нитрат-ионы, аммоний-ион, железо общее, медь, цинк, никель, марганец, хлориды, сульфаты, алюминий, взвешенные вещества, свинец, водородный показатель (рН), сухой остаток, фосфат-ион, температура.

Качество донных отложений определялось по 8-9 показателям, перечень которых также корректировался за период наблюдений. На данное время в донных отложениях определяются следующие показатели: водородный показатель (рН), марганец, нефтепродукты, медь, цинк, никель, свинец, железо, кадмий.

Выявленные превышения ПДК загрязняющих веществ в пробах воды приведены в таблице 1.

Цветом выделены ячейки, отражающие выявление случаев высокого (ВЗ) и экстремально высокого (ЭВЗ) уровня загрязнения, которые приурочены к местам выпуска недостаточно очищенных сточных вод.

При оценке качества воды за пятилетний период получены следующие результаты:

– медь встречается на всем протяжении водохранилища в средних концентрациях до 5 ПДК и является наиболее характерным загрязнителем за весь период наблюдений.

– загрязнение марганцем обнаруживается на Красноярском водохранилище достаточно часто на всей акватории водохранилища (до 6 ПДК в 2014 – 15 годах, до 4 ПДК в 2012 – 13 годах).

– фенолы в концентрациях превышающих ПДК встречаются эпизодически на всей акватории водохранилища без видимой закономерности.

– загрязнения вод нефтепродуктами за период наблюдений носит эпизодический характер без четкой локализации;

– превышения БПК₅, БПК_{полн} и ХПК постоянно наблюдаются в зонах влияния выпусков сточных вод и не выявляются в пунктах наблюдений удаленных от выпусков сточных вод.

Таблица 1 – Выявленные превышения ПДК загрязняющих веществ по годам наблюдения в водах Красноярского водохранилища

Наименование загрязняющих веществ и показателей	Год проведения наблюдений				
	2012	2013	2014	2015	2016
Аммоний-ион	1,5-2,54	1,4	2,7-5,8	12,9 ВЗ	
Алюминий	1,02-6,3	1,5-9,5	1,1-1,8		
АП АВ					
БПК ₅	1,7-3,7		1,2-41,6 ЭВЗ	1,02-1,04	1,2
БПК полн.	1,2-4,4	1,02-1,7	1,5-36,3 ВЗ	1,1-2	1,3
Железо	1,2-4	1-7,9	2	1,1-2,2	1,7 – 2,4
Марганец	1,7-12,7	1,2-3	6,1	1,4-6	
Медь	1,1-2,8	1,1-3,1	1,3-9,7	1,1-5,3	1,1 – 4,8
Нефтепродукты	1,7-3,4	4,4	1,1	1,2-5,3	1,7
Нитрит-ион	1,1				
Сульфат-ион	1,3-2,66	2,4			
Сухой остаток		1,4			
Фосфат-ион	3,2				
Фенолы	1,3-16	1,5-3,1	1,1-5,6	1,1-7,6	1,3
ХПК	1,5	1,04-1,2	1,1-10,9 ВЗ	1,02-2,2	1,2 – 1,5
Цинк	1,3-10	2,3-4,4	1,1-6,2	1,1-1,9	1,1 – 2,8
Натрий	1,16				
Свинец	1,33-1,65				
Фторид-ион	1,16				
Взвешенные вещества	1,6-79,2	3,39		1,8	

Количество проб взятых по программе наблюдений ФГУ «Енисейрегионводхоз» за 2012-2016 годы и количество проб с выявленными превышениями ПДК по Красноярскому водохранилищу представлено на рис. 2. Наличие временной динамики на этом графике связано как с модификацией системы наблюдения, так и с определенными тенденциями изменения качества воды в пунктах наблюдения на которых велись постоянно.

В связи с отсутствием утвержденных нормативов ПДК для донных отложений были проанализированы максимальные концентрации загрязняющих веществ. Проанализированные значения имеют большую пространственную и временную дисперсию.

Наиболее значимыми представляются выделенные пики концентраций нефтепродуктов в донных отложениях, отобранных в зоне влияния сточных вод с очистных сооружений поселка Новоселово в 2014 г – 21,3 мг/кг, в 2015 г – 37,1 мг/кг. В створе 500 м выше выпуска сточных вод с очистных сооружений п. Новоселово в 2011 г – 35 мг/кг и в створе на предплотинном участке водохранилища Красноярской ГЭС в 2012 г – 58 мг/кг, в 2013 г – 23,5 мг/кг.

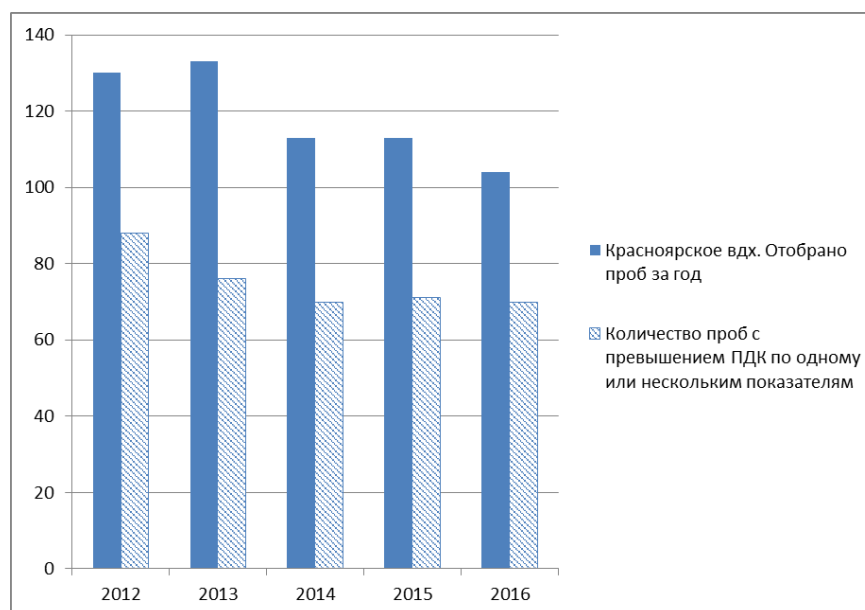


Рис. 2 – Количество отобранных на Красноярском водохранилище проб воды и проб воды, в которых были выявлены превышения ПДК по исследуемым показателям

Всего за 2011-2016 гг. на Красноярском водохранилище силами сотрудников ФГУ «Енисейрегионводхоз» выполнен отбор 691 пробы воды и 101 пробы донных отложений. Проведен количественных химический анализ отобранных проб по 18127 показателям.

В последующие годы ФГУ «Енисейрегионводхоз» предполагается продолжение данных работ. Также, авторы доклада планируют провести углубленное изучение полученных результатов с целью изучения пространственной и временной динамики распространения загрязнителей в бассейне Красноярского водохранилища.

Литература

1. Красноярское водохранилище: мониторинг, биота, качество вод. – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2008. – 537 с.
2. Савкин В.М. Водохранилища Сибири, водно-экологические и водно-хозяйственные последствия их создания // Сибирский экологический журнал. – 2000. – № 2. – С. 109-121.

СВОБОДНЫЕ И СВЯЗАННЫЕ ФОРМЫ МЕТАЛЛОВ В ВОДАХ МАЛЫХ ОЗЕР СЕВЕРНОГО ПРИОБЬЯ

Крапотина П.В., Лебедева Н.Н., Аллаяров Д.А., Фефилов Н.Н.

Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

e-mail: krapotinapolina@rambler.ru

Аннотация. Изучена комплексообразующая способность природных вод Надымского района Ямало-Ненецкого автономного округа. Методом ионного обмена проведено разделение свободных и связанных форм металлов Zn, Cd, Cu, Pb и методом инверсионной вольтамперометрии определена их концентрация. После добавок стандартных растворов солей металлов в пробы воды обнаружено, что ионы кадмия и цинка не связываются в прочные комплексы, комплексообразующая способность растворенного органического вещества проявляется только по отношению к ионам меди.

Ключевые слова: Комплексообразующая способность, ионный обмен, инверсионная вольтамперометрия

FREE AND BOUND METAL FORMS IN WATERS OF SMALL LAKES OF THE NORTHERN PRIOBYE

Krapotina P.V., Lebedeva N.N., Allayarov D.A., Fefilov N.N.

Tyumen State University, Tyumen, Russia

e-mail: krapotinapolina@rambler.ru

Abstract. The complex-forming ability of natural waters of the Nadym region of the Yamal-Nenets Autonomous District is studied. The free and bounded forms of Zn, Cd, Cu, Pb metals were separated by the ion exchange method, and their concentration was determined by the method of inverse voltammetry. After the addition of standard solutions of metal salts in water samples, it has been found that cadmium and zinc ions are not bound to strong complexes. The complex-forming ability of dissolved organic matter concerns only copper ions.

Keywords: complex-forming ability, ion exchange, inverse voltammetry

Комплексообразующая способность вод является важным фактором, определяющим буферную емкость водных экосистем по отношению к токсичным металлам. Изучение распределения металлов среди сосуществующих форм в природных водах и определение комплексообразующей способности является важным аспектом при экологических исследованиях водоемов, так как напрямую связано с оценкой и изучением биодоступности и токсичности металлов для водных организмов [1, 2].

В настоящей работе изучены образцы вод Надымского района Ямало-Ненецкого автономного округа, основные характеристики которых представлены в таблице 1.

Воды являются слабокислыми, общее содержание углерода коррелирует с перманганатной окисляемостью образцов.

С помощью метода ионного обмена на колонке с ионитом марки Dowex проведено разделение свободных и связанных форм металлов Zn, Cd,

Cu, Pb. Образцы воды пропускали через колонку со скоростью 1.6 мл/мин и определяли содержание металлов до и после пропускания через ионит методом инверсионной вольтамперометрии. Концентрация металлов до пропускания через колонку соответствует общему содержанию металлов, а концентрация, определенная после пропускания через ионит – содержанию металлов связанных в прочные органические комплексы. Перед измерением образцы подвергали УФ-облучению для разрушения органических комплексов с металлами. Представленные в таблице 2 данные показывают, что исследуемые воды содержат металлы как в свободной, так и связанной форме с преобладанием свободной формы металлов.

Для изучения комплексообразующей способности в пробы № 2-6, 8, 12 были сделаны добавки стандартных растворов солей металлов в количестве, пятикратно превышающем общее содержание металлов в образцах. На рисунке 1 представлены результаты определения содержания связанных форм металлов до и после добавки солей металлов в % от общего содержания металлов.

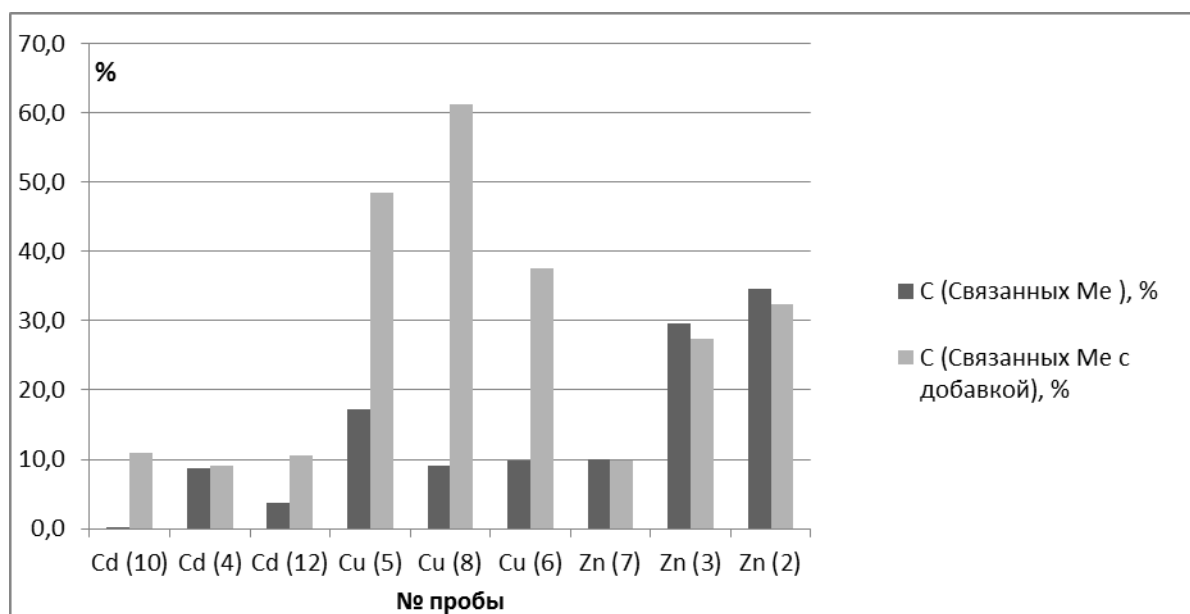


Рис. 1 – Содержание связанных форм металлов в % от их общей концентрации до и после добавки стандартных растворов нитратов кадмия, цинка и меди

Как видно, ионы кадмия и цинка не связываются в прочные комплексы, комплексообразующая способность растворенного органического вещества проявляется только по отношению к ионам меди, являющимися хорошими

комплексообразователями. Таким образом, в исследованных образцах поверхностных вод «смягчение» токсичности, вследствие уменьшения доступности металлов для живых организмов, наблюдается только для ионов меди.

Таблица 1 – Основные характеристики вод

Номер озера	Тип озера	Содержание органических форм углерода, $C_{орг}$, мг/л	Перманганатная окисляемость, ПО, мгО/дм ³	pH, ед. pH
1	Болотное озеро	14,9	28,8	6,18
2	Термокарстовое озеро	15,1	30,24	5,15
3	Болотное озеро	25,0	22,4	5,96
4	Термокарстовое озеро	4,82	7,04	5,71
5	Термокарстовое озеро	10,5	15,84	5,47
6	Болотное озеро	6,76	13,44	6,25
7	Карьерное озеро,	0,43	2,24	6,13
8	Старичное озеро	3,52	4,64	6,66
9	Старичное озеро	5,82	6,64	6,74
10	Старичное озеро	7,31	4,8	6,51
11	Карьерное озеро	7,79	6,24	7,26
12	Карьерное озеро	9,95	14,24	6,67

Литература

1. Линник Р.П., Линник П.Н., Запорожец О.А. Методы исследования сосуществующих форм металлов в природных водах // Методы и объекты химического анализа. – 2006. – № 1. – С. 4-26.
2. Папина Т.С. Транспорт и особенности распределения тяжелых металлов в ряду: вода – взвешенное вещество – донные отложения речных экосистем: Аналит. обзор. – Новосибирск, 2001. – 58 с. (Серия «Экология», Вып. 62)

Таблица 2 – Содержание металлов (мкг/л) и концентрация их связанных форм (мкг/л и % от общего содержания)

Теоретические и прикладные аспекты экологического мониторинга
природных и природно-техногенных комплексов

	Zn			Cd			Pb			Cu		
	общ.	связ.	%	общ.	связ.	%	общ.	связ.	%	общ.	связ.	%
1	390	68,9	18	3	0,4	13	194	27,7	14	40,8	8,4	21
2	980	338	34	4,7	0,2	4,3	554	81,7	15	42	4,3	10
3	440	131	30	39	0,1	0,3	292	31,6	11	307	<0,5	<0,2%
4	906	626	69	5,8	0,5	8,6	1170	27,8	2,4	286	28,6	10
5	450	194	43	3,5	0,6	17	589	26,8	4,6	123	21,1	17
6	503	72,1	14	5,6	0,2	3,6	80,6	4,4	5,5	168	16,5	10
7	604	60,7	10	7,9	<0,1	<1,3%	224	3,8	1,7	88,9	13,1	15
8	614	496	81	11,9	0,3	2,5	93,9	1,2	1,3	253	23,1	9,1
9	655	<10	<1,5	9,2	<0,1	1,1	30,3	3,2	11	226	31,4	14
10	292	240	82	21,1	0,1	0,5	326	165	51	152	17	11
11	284	182	64	9,5	0,3	3,2	91,2	4	4,4	95,7	13,8	14
12	280	145	52	6,9	0,3	4,3	141	18	13	383	10,2	2,7

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
И ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ВЫПАДЕНИЙ ПРИМЕСИ
В ОКРЕСТНОСТЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Леженин А.А.¹, Рапута В.Ф.¹, Ярославцева Т.В.²

¹ *Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,
г. Новосибирск, Россия*

² *Новосибирский институт гигиены Роспотребнадзора, г. Новосибирск, Россия*

e-mail: lezhenin@ommfao.ssc.ru

Аннотация. Обсуждаются результаты многолетних мониторинговых исследований загрязнения снежного покрова выбросами цементного завода, расположенного в долине реки. С использованием модели реконструкции проведен численный анализ полей выпадений взвешенных веществ. Выполнена оценка суммарных выпадений аэрозольных примесей в окрестности предприятия. Показано существенное влияние рельефа местности на процессы распространения атмосферных загрязнений.

Ключевые слова: атмосферное загрязнение, снежный покров, мониторинг, численное моделирование

**EXPERIMENTAL STUDIES AND NUMERICAL ANALYSIS OF POLLUTANT
FALLOUT NEAR INDUSTRIAL PLANT**

Lezhenin A.A.¹, Raputa V.F.¹, Yaroslavtseva T.V.²

¹ *Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS,
Novosibirsk, Russia*

² *Novosibirsk Institute of Hygiene of Rosпотребнадзор, Novosibirsk, Russia*

e-mail: lezhenin@ommfao.ssc.ru

Abstract. Results of long-term monitoring of snow cover pollution caused by emissions from a cement plant are presented. The plant is located in a river valley. With a model of reconstruction of pollutants from monitoring data, a numerical analysis of the fields of sedimented solid substances is carried out. An assessment of the total amount of the pollutants sedimented near the plant is made. It is shown that local topography has a significant effect on the pollution distribution.

Keywords: atmospheric pollution, snow cover, monitoring, numerical modeling

Выбросы вредных примесей в атмосферу от промышленных предприятий в значительной степени воздействуют на окружающую среду, включая почвенный, растительный, снежный покров, поверхностные воды. Эти компоненты могут быть использованы как индикаторы загрязнения. Удобным природным планшетом для контроля процессов загрязнения окружающей среды является снежный покров [3, 6, 7]. В результате таяния снега происходит залповый вынос загрязняющих веществ с водосбора и их поступление в реки и водоемы, что вызывает резкие изменение физико-химических характеристик воды [3, 6].

Для исследования переноса примесей в атмосфере широкое распространение получили методы математического моделирования [1, 5]. Однако недостаточность обеспечения исходных данных для моделей

ограничивает применение этих методов. Поэтому существует необходимость проведения дополнительных теоретических и экспериментальных исследований.

Инструментальный мониторинг загрязнения атмосферного воздуха требуют значительных материальных и технических ресурсов. Более экономичным способом является использование природных планшетов: почвенного, растительного и снежного покровов. Но такие наблюдения локализованы по территории и во времени. Данные дистанционного зондирования позволяют визуализировать пространственную картину загрязнения снежного покрова вокруг промышленных объектов [2, 6].

Цель исследования состоит в разработке и апробации методов численного анализа данных мониторинга загрязнения территорий в окрестностях промышленного предприятия, расположенного в долине реки, изучении процессов распространения примесей в условиях сложного рельефа местности.

1. Материалы и методы исследования


Искитимский цементный завод является крупнейшим в Новосибирской области источником атмосферных выбросов взвешенных веществ, окислов азота, серы, углерода, полиароматических углеводородов и других вредных примесей. На промплощадке завода расположены производства цемента мокрым и сухим способом. В первом случае основным источником эмиссии загрязняющих веществ в атмосферу является цех обжига. Процесс обжига сопровождается выделением большого количества паров воды от сушки и дегидратации минералов и двуокиси углерода от диссоциации известняка, а также продуктов сгорания природного газа (топлива) и пыли обжигаемого материала. Отвод газоаэрозольной смеси осуществляется через две близко расположенные 80 метровые трубы с диаметрами 6 метров. При сухом производстве цемента структура выбросов взвешенных веществ существенно отличается от влажного производства. В этом случае в выбросах

превалируют высокодисперсные фракции взвешенных веществ, что способствует их выносу на большие расстояния от источника.

Завод расположен в долине р. Бердь в северной части г. Искитим. Рельеф местности в этом районе достаточно неоднороден, сильно расчленен притоками р. Бердь, а также оврагами, увалами, балками. Абсолютные отметки высот изменяются от 100 до 350 метров.

В конце зимних сезонов 2012/13 г., 2013/14 г. и 2016/17 г. проводились комплексные исследования загрязнения снежного покрова в окрестностях Искитимского цементного завода [7]. В зимнем сезоне 2012/13г. отбор снеговых проб осуществлялся с большой пространственной детализацией. Отбор проб проводился по восьми направлениям относительно основных источников выбросов (рис. 1).



Рис. 1 – Схема отбора проб снега в конце зимнего сезона 2013 г.  - положение основных источников выбросов

Наибольшее внимание было уделено северным секторам выноса примесей. Это было продиктовано существующим режимом ветра на данной территории в зимнее время[4]. Точки пробоотбора располагались в диапазоне расстояний: от 0.4 до 3 км от источников выбросов. В общей сложности были отобраны образцы снега более чем в 40 точках. В дальнейшем это позволило

провести детальный численный анализ процессов распространения примесей от высотных труб завода.

В таблице представлены результаты измерений нерастворённого осадка и рН на маршрутах пробоотбора снега в северном, северо-восточном и в северо-западном направлениях от основных источников выбросов в конце зимнего сезона 2013 г.

Таблица – Твёрдый осадок и рН в пробах снега, взятых в конце зимнего сезона 2013 г. в направлениях на северо-запад, север, северо-восток от промплощадки цементного завода

Номер точки	Расстояние, км	Вес осадка, г	Вес пробы, кг	рН	Концентрация, г/л
1	0,56	9,49	1,74	11,8	5,45
2	0,73	3,37	1,76	11,5	1,91
3	1,03	2,10	2,60	10,9	0,38
4	1,39	0,74	2,91	9,5	0,25
5	1,76	0,31	2,33	9,1	0,13
6	2,18	0,15	2,76	7,9	0,05
7	2,75	0,12	2,70	8,2	0,04
10	0,69	2,25	2,47	11,5	0,91
11	0,92	0,92	2,33	10,8	0,40
12	1,2	0,54	2,73	10,9	0,20
13	1,62	0,22	1,93	10,6	0,12
28	0,76	8,18	2,53	9,9	3,24
29	0,97	6,42	1,64	9,8	3,91
30	1,28	2,55	2,69	9,1	0,95
31	1,97	1,17	2,93	9,0	0,40
32	2,23	0,99	2,56	8,9	0,39
33	2,57	0,56	2,51	8,5	0,22
50	0,81	3,81	2,60	11,1	1,46

Анализ таблицы показывает, что в пределах 1.5 км от источников выбросов величина рН варьируется от 8 до 12 единиц. Обнаружена линейная зависимость между величиной рН и концентрациями осадков на маршрутах пробоотбора. На данных мониторинга было установлено, что основной вынос взвешенных веществ произошел в секторе, ограниченном направлениями: северо-запад, северо-восток. Было выявлено, что северо-западное направление является доминирующим, несмотря на то, что в зимней розе ветров преобладают южные и юго-западные ветра [4]. Это можно объяснить существенным влиянием орографии на ветровой режим в нижней атмосфере в зимний период. Анализ данных спутниковых

наблюдений подтверждает результаты наземного мониторинга пылевого загрязнения снежного покрова (рис. 2).

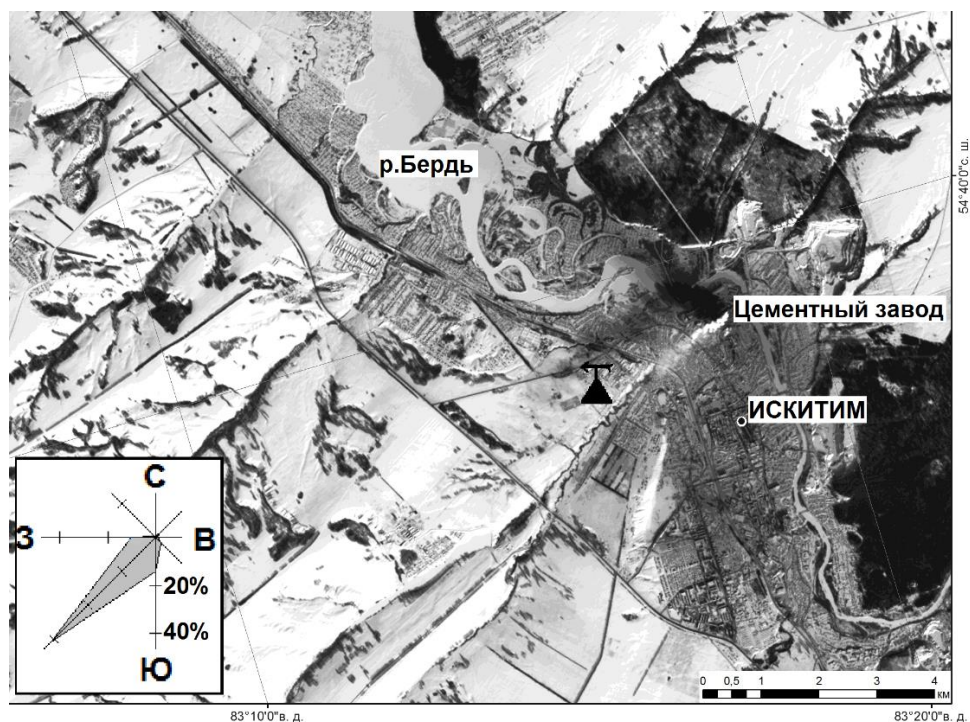


Рис. 2 – Спутниковый снимок окрестностей Искитимского цементного завода от 7 февраля 2014 г. (ИСЗ «Landsat-8»)

Таким образом, в условиях сложного рельефа требуется дополнительное обоснование применимости расчетных методик. Например, в общепринятой методике ОНД-86 [5] для оценки полей загрязнения информация о направлении и скорости ветра задается с близлежащей метеостанции. В данном случае, как показали проведенные исследования, наблюдаются существенные расхождения ветровых режимов в районе источников выбросов примеси по сравнению с данными метеостанции. Поэтому наряду с применением методов прямого моделирования, необходимо в бассейнах рек, подверженных влиянию выбросов промышленных предприятий, проведение мониторинговых исследований процессов загрязнения. Другим способом проверки адекватности использования методик расчета переноса примеси является использование гидродинамических моделей, имеющих высокое пространственное разрешение в пограничном слое атмосферы. Это позволит детализировать

вертикальные профили скорости ветра в нижней атмосфере и тем самым более точно рассчитать распространение аэрозольных фракций.

Базируясь на анализе полученных результатов исследований 2013 г., в конце марта 2014 г. в северо-западном и северо-восточном направлении от цементного завода был проведён маршрутный отбор проб снега. Результаты химико-аналитических исследований не выявили принципиальных отличий с данными 2013 г.

Данные же мониторинга снежного покрова в конце зимнего сезона 2017 г. выявили существенные различия в полях выпадений примесей по сравнению с предыдущими наблюдениями. Это, в первую очередь, связано запуском дополнительного производства цемента, осуществляемого сухим способом, и соответственно появления нового источника выбросов высокодисперсных примесей. В результате в окрестностях завода сформировались две достаточно контрастные зоны загрязнения взвешенных веществ. В непосредственной близости от промплощадки завода сформировалась зона выпадений грубодисперсных примесей, а на удалениях 1.5 – 2 км находятся максимумы выпадений мелкодисперсных фракций. При этом следует отметить, что, в целом, суммарные выпадения в ближней зоне существенно снизились при некотором росте в дальней зоне. Также следует отметить существенные перераспределения в поле рН в дальней зоне выпадений.

В основе модели реконструкции полей длительных выпадений взвешенных веществ положено полуэмпирическое уравнение переноса и диффузии полидисперсной примеси в приземном слое атмосферы. С использованием асимптотик решений полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии, статистического распределения скорости ветра, коэффициента вертикального турбулентного обмена в приземном слое атмосферы плотность выпадений полидисперсной примеси за длительный промежуток времени можно представить в виде следующей зависимости [7]

$$\bar{q}(r, \varphi) = \frac{\theta_1}{r^{1.5}} P(\varphi + 180^\circ) \exp\left(-\frac{c}{r}\right) \int_0^\infty \frac{\omega^{\theta_2} \exp(-\theta_3 \omega)}{\Gamma(1 + \omega)} \left(\frac{c}{r}\right)^\omega d\omega, \quad (1)$$

где r, φ - полярные координаты, $P(\varphi)$ - приземная роза ветров; $\Gamma(m)$ - гамма-функция Эйлера, $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ - неизвестные параметры.

Оценка параметров $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ проводится по данным наблюдений методом наименьших квадратов.

2. Результаты и обсуждения

Соотношение (1) позволяет провести численную реконструкцию полей выпадений примеси. По радиальным относительно основного источника направлениям установлено существование устойчивых количественных закономерностей содержания примесей в снежном покрове. Результаты численной реконструкции полей выпадения по определенным направлениям представлены на рис. 3. Из рис. 3 видно, максимум поля концентрации пыли находится на расстоянии около 500 м от высотных труб, что указывает наличие очень крупных частиц в составе выпадений.

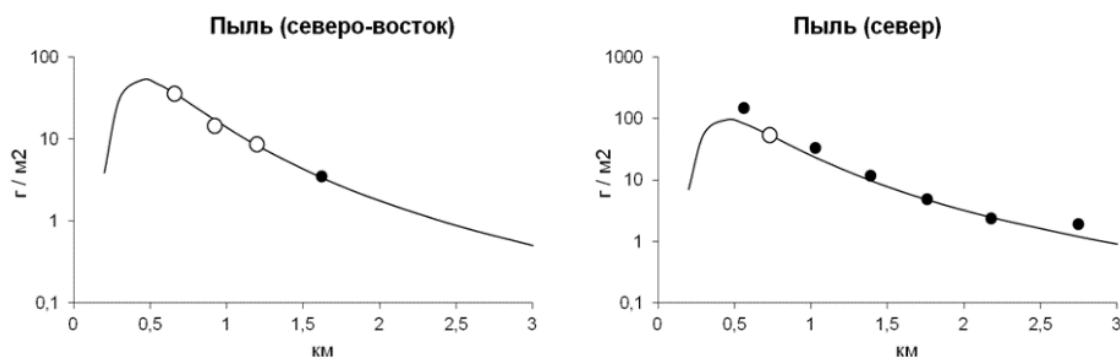


Рис. 3 – Реконструированные на основе зависимости (1) аэрозольные выпадения загрязняющих веществ в северо-восточном и северном направлении от цементного завода.
○, ● - опорные и контрольные точки измерений

Следует отметить, что в рассматриваемой ситуации особенности рельефа местности заметно изменили процессы распространения аэрозольных примесей в нижних слоях атмосферы. На основе соотношения (1) и данных мониторинга восстановлено поле выпадения взвешенных веществ (рис. 4). Анализ рис. 4 показывает, что основной вынос взвешенных веществ в зимний период времени происходит в северо-западном

направлении, вдоль долины р. Бердь. Зона максимальных выпадений располагается в пределах 1.5 км от высотных труб цементного завода. Суммарные выпадения пыли на территории в радиусе 1 км от основных источников выброса ОАО «Искитимцемент» составило 626 тонн. И соответственно в радиусе 2 км – 875 тонн, в радиусе 3 км – 942 тонны, в радиусе 4 км – 969 тонн. Полученные оценки суммарных выпадений существенно расходятся с данными инвентаризации валовых выбросов пыли цементным заводом, проведённой в 2012 г. Согласно этим данным валовый выброс пыли должен был составить в зимнем сезоне 2012/13 гг. порядка 100 тонн.

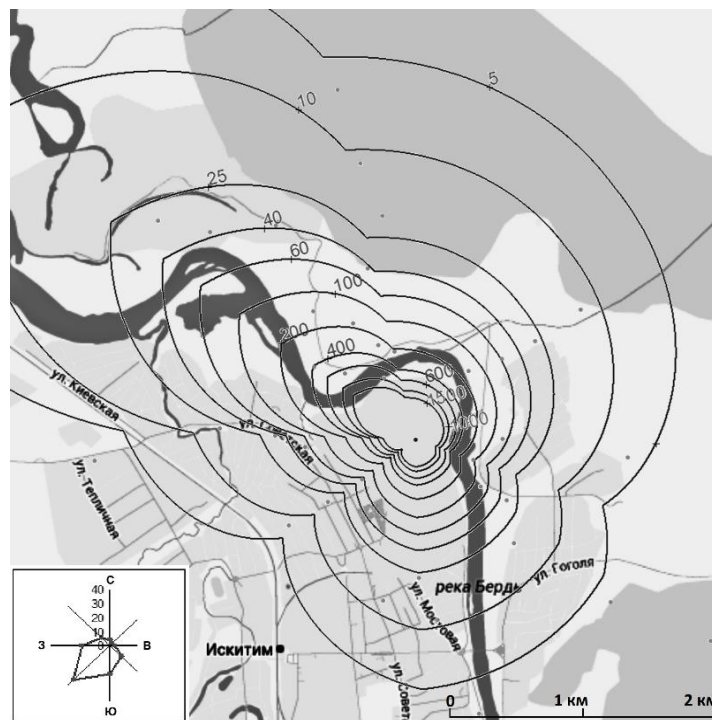


Рис. 4 – Восстановленное поле плотности выпадений пыли ($\text{г}/\text{м}^2$) в окрестностях Искитимского цементного завода по данным маршрутных снегосъёмов в конце зимнего сезона 2012/13 г. В левом нижнем углу рисунка – зимняя роза ветров

На рис. 5 представлены результаты численной интерпретации данных мониторинга загрязнения снежного покрова в зимнем сезоне 2016/17 г. На рис. 5а приведена линейная корреляционная связь между концентрациями железа и меди в пробах снега. Высокий уровень корреляции указывает на существование единого источника выбросов этих химических элементов. На рис. 5б представлены результаты реконструкции поля выпадений кальция в северо-западном направлении от промплощадки завода. В данном случае

была задействована модель реконструкции для двух контрастных источников примеси. От одного из них происходит выброс достаточно крупных частиц, а из другого источника поступают частицы мелкодисперсных фракций. В первом случае это соответствует традиционному - мокрому производству цемента, во втором случае - сухому.

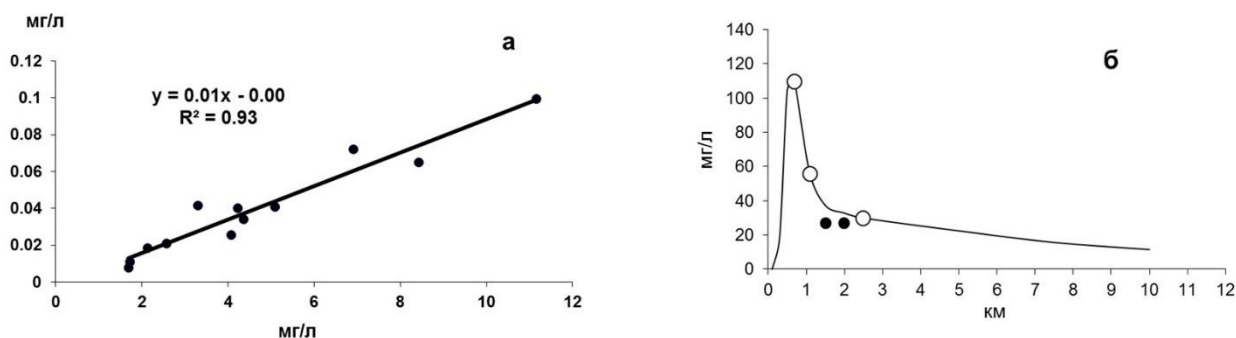


Рис. 5 – Линейно-корреляционная зависимость между измеренными концентрациями железа и меди (а). Восстановленное по модели концентрация кальция (б)

Заключение

С использованием модели реконструкции и данных маршрутных наблюдений загрязнения снежного покрова в окрестностях Искитимского цементного завода восстановлено поле суммарных выпадений взвешенных веществ за зимний период. Показано, что основной вынос примеси от высотных труб завода происходит в северо-западном направлении вдоль долины р. Бердь. Выбросы в атмосферу от цементного завода оказывают период активного снеготаяния непосредственное влияние на химический состав поверхностных вод. Для проведения дальнейших оценок этого влияния требуются информация о многокомпонентном химическом составе выбросов загрязняющих веществ от всех видов производств цементного завода.

Применительно к условиям сложного рельефа использование общепринятых методик для расчета полей концентраций загрязняющих примесей требует дополнительных обоснований, поскольку реальное поле ветра около источников выбросов может отличаться от данных измерений на близлежащей метеостанции. Поэтому следует использовать комплексный подход. Наряду с прямым моделированием процессов распространения

загрязняющих веществ, необходимо проведение мониторинговых исследований в окрестностях промышленных предприятий.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 18.

Литература

1. Бызова Н.Л., Иванов В.Н., Гаргер Е.К. Экспериментальные исследования атмосферной диффузии и расчеты рассеяния примеси. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 278 с.
2. Василевич М.И., Щапов В.М., Василевич Р.С. Применение спутниковых методов исследования при оценке загрязнения снежного покрова вокруг промышленных предприятий в тундровой зоне // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2015. – Т. 12. – № 2. – С. 50-60.
3. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 182 с.
4. Климат Новосибирска / Под ред. С.Д. Кошинского, К.Ш. Хайруллина, Ц.А. Швер. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 224 с.
5. Методика расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86 / Под ред. М.Е. Берлянда, Н.К. Гасилиной, Е.Л. Гениховича и др. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 94 с.
6. Прокачева В.Г., Усачев В.Ф. Снежный покров как индикатор кумулятивного загрязнения в сфере влияния городов и дорог // Метеорология и гидрология. – 2013. – № 3. – С. 94-106.
7. Щербатов А.Ф., Рапута В.Ф., Турбинский В.В., Ярославцева Т.В. Оценка загрязнения атмосферного воздуха пылью по данным снегосъёмки на основе реконструкции полей выпадений // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 42-47.

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ НАЗЕМНОГО И СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Рапута В.Ф.¹, Ярославцева Т.В.²

¹ *Институт вычислительной математики математической геофизики СО РАН,
Новосибирск, Россия, raputa@sscc.ru*

² *Новосибирский институт гигиены Роспотребнадзора, Новосибирск, Россия
e-mail: raputa@sscc.ru*

Аннотация. Рассмотрены задачи восстановления полей загрязнения снежного покрова от пылящих точечных, линейных и площадных источников по данным наземных и спутниковых наблюдений. С использованием моделей реконструкции разработаны методы совместного анализа характерных изображений ореолов и данных контактных наблюдений загрязнения снежного покрова в окрестностях источников выбросов взвешенных веществ. Для ряда крупных промышленных предприятий Западной и Восточной Сибири проведена реконструкция полей аэрозольного загрязнения.

Ключевые слова: модель, параметр, оценка, реконструкция, тона серого цвета.

MODELS AND METHODS OF GROUND AND SATELLITE MONITORING OF SNOW COVER POLLUTION IN THE NEIGHBORHOOD OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Raputa V.F.², Yaroslavtseva T.V.¹

¹ *Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS,
Novosibirsk, Russia*

² *Novosibirsk Institute of Hygiene of Rosпотребнадзор, Novosibirsk, Russia
e-mail: raputa@sscc.ru*

Abstract. Problems of restoration of snow cover contamination fields from dusting point, linear and area sources according to ground and satellite observations are considered. Using reconstruction models, methods for joint analysis of characteristic images of halos and data of contact observations of snow cover contamination near sources of suspended matter emissions have been developed. The fields of aerosol pollution were reconstructed for a number of large industrial enterprises in Western and Eastern Siberia.

Keywords: model, parameter, estimation, reconstruction, tone of grey color

На космических снимках окрестностей промышленных предприятий отчетливо проявляется осаждение взвешенных веществ на снежный покров [3, 5]. На снимках участки загрязненного снега выглядят как темноватые пятна, причем почернение изображения непосредственно зависит от степени запыления и отражает атмосферную динамику процессов переноса пыли от источника, что создаёт возможности для выявления количественных закономерностей и последующей взаимной численной интерпретации данных наземных и дистанционных наблюдений.

Экспериментальными и теоретическими исследованиями выявлены особенности распространения аэрозольных примесей в окрестностях промышленных предприятий. Они указывают на целесообразность отдельного рассмотрения ближней и дальней зон выпадений загрязняющих

веществ [1, 2, 4]. В зимнее время до расстояний 4–6 км концентрация примесей существенно зависит от эффективной высоты источника, характеристик дисперсного состава, скорости ветра и т.д. На больших расстояниях определяющими параметрами становятся мощность источника, толщина слоя перемешивания и средняя скорость в нём. В том и другом случае установлены асимптотические поведения решений полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии в приземном и пограничном слоях атмосферы от точечных и площадных источников [6, 7]. Помимо самих решений эти асимптотики могут быть положены в основу моделей оценивания полей загрязнения по данным наземного и спутникового мониторинга.

Целью исследования является развитие моделей реконструкции полей выпадений примесей на основе совместного анализа данных наземного и спутникового мониторинга загрязнения снежного покрова.

1. Материалы и методы исследования

Основными используемыми материалами являются данные экспериментальных исследований многокомпонентного загрязнения снежного покрова антропогенными источниками, зимние спутниковые снимки окрестностей промышленных предприятий. Методы исследования состоят в систематическом использовании моделей реконструкции длительного загрязнения территорий.

а) Модель оценивания поля локальных выпадений тяжёлой примеси. При построении моделей оценивания поля выпадений крупнодисперсной пыли вполне возможен вариант использования «кинематической» схемы распространения частиц в атмосфере. В этом случае движение частиц в поле ветра представляет собой падение с постоянной стоксовой скоростью и перенос примеси можно описать следующим уравнением

$$u \frac{\partial q}{\partial r} - w \frac{\partial q}{\partial z} = 0 \quad , \quad (1)$$

с граничным условием

$$q|_{r=0} = \psi(z) \equiv Q \delta(z-H) \quad , \quad (2)$$

где $q(r, z)$ – концентрация примеси в плоскости (r, z) , u – средняя горизонтальная скорость ветра в направлении оси r , w – скорость оседания частиц по оси z , ось z направлена вертикально вверх, Q, H – мощность и эффективная высота источника, δ – дельта функция Дирака.

В данном случае решение задачи (1), (2) представляется в явном виде

$$q(r, z) = \psi\left(z + \frac{w}{u} r\right) \quad . \quad (3)$$

Для описания спектра размеров частиц $N(w)$ в источнике по скоростям оседания использовалось следующее соотношение [7]

$$N(w) = \frac{n^{n+1}}{w_k \Gamma(n+1)} \left[\frac{w}{w_k} \exp\left(-\frac{w}{w_k}\right) \right]^n \quad . \quad (4)$$

Тогда с использованием (3), (4) и свойств дельта-функции плотность выпадений примеси в радиальном от источника направлении представляется в виде [7]

$$\sigma(r, \vec{\theta}) = \int_0^\infty w q|_{z=0} N(w) dw = \frac{H u^2}{r^2} N\left(\frac{H u}{r}\right) = \theta_1 r^{-\theta_2} \exp\left(-\frac{\theta_3}{r}\right) \quad , \quad (5)$$

где $\theta_1 = \frac{u}{\Gamma(n+1)} \left(\frac{n H u}{w_k}\right)^{n+1}$, $\theta_2 = n + 2$, $\theta_3 = \frac{n H u}{w_k}$.

Оценку неизвестного вектора параметров $\vec{\theta}$ в выражении (5) можно провести по данным наблюдений концентрации осадка методом наименьших квадратов.

б) Модели оценивания региональных выпадений примеси от точечного и площадного источника. Поле осредненной за длительный промежуток времени концентрации от точечного источника описывается соотношением [6]

$$\Phi(r, \varphi) = \frac{\theta \cdot g(\varphi)}{r} \quad , \quad (6)$$

где r, φ – полярные координаты расчетной точки с началом в месте расположения источника, $g(\varphi)$ – вероятность противоположного φ направления ветра на высотах пограничного слоя атмосферы, $\theta = \lambda \cdot M / (2\pi \cdot u \cdot h)$, λ – коэффициент взаимодействия примеси с подстилающей поверхностью, M – мощность источника, u, h – средняя скорость ветра и толщина слоя перемешивания.

Для оценивания регионального загрязнения территорий площадным источником S следует использовать достаточно компактное и вполне адекватное описание [6]:

$$Q(x, y) = \theta \cdot P \left(\arctg \frac{y - \mu}{x - \lambda} + 180^\circ \right) / \sqrt{(x - \lambda)^2 + (y - \mu)^2} \quad , \quad (7)$$
$$\theta = M / 2\pi u h \quad , \quad M = \iint_S m(\xi, \eta) d\xi d\eta \quad ,$$

где M – суммарное поступление примеси с территории S , $m(\xi, \eta)$ – эмиссия примеси из точки (ξ, η) , принадлежащей S , P – роза ветров, λ, μ – эффективный центр выброса. Предполагается, что точка (x, y) удалена от S на расстояние более 5–7 км.

2. Результаты и обсуждения

В этом разделе рассматриваются примеры численного восстановления полей концентраций примесей от крупных промышленных предприятий Сибири на основе совместного анализа данных наземного и спутникового мониторинга загрязнения снежного покрова.

а) Новосибирский электродный завод (НЭЗ). Завод расположен в равнинной местности в 50 км южнее Новосибирска. Основное производство основано на технологии пиролиза графита, кокса, каменноугольного пека, кубовых остатков нефтехимии. Полиароматические углеводороды (ПАУ) составляют значительную часть выбросов завода в атмосферу. Выброс смолистых веществ, включающих бенз(а)пирен (БП) и другие ПАУ, формируется в основном в цехе обжига и осуществляется через две 180 метровые трубы.

Отбор проб снега в окрестностях НЭЗ проводился по двум радиальным относительно труб маршрутам, направленным на север и северо-восток. Предварительный анализ данных экспедиционных и химико-аналитических исследований показал, что концентрация БП в снеге, несмотря на значительную высоту труб, с удалением от источника быстро уменьшается. Характер изменения концентрации БП с удалением от завода позволяет утверждать, что в данном случае вклад доли относительно мелких частиц, содержащих БП, в ближней зоне выпадений (до 3 км) относительно не велик.

Для оценки трёх параметров в (5) необходимо использовать наблюдения не менее, чем в трёх точках по маршруту отбора снеговых проб. Их выбор проводился с использованием методов и алгоритмов построения локально оптимальных планов наблюдения. На рис. 1 приведены результаты восстановления поля концентрации БП по трём опорным точкам измерений в северо-восточном направлении от источника. Из анализа рис. 1 вытекает удовлетворительное согласие измеренных и вычисленных концентраций примеси в контрольных точках наблюдений.

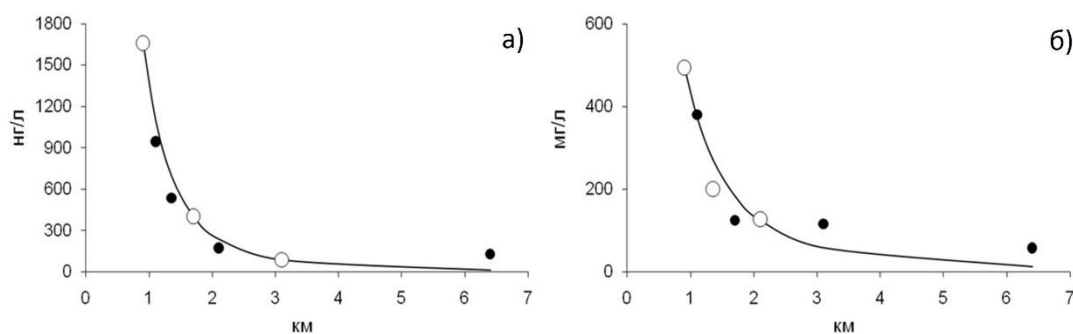


Рис. 1 – Численно восстановленные концентрации бенз(а)пирена (а), осадка пыли (б) в снеге на северо-восточном маршруте пробоотбора. \circ – опорные точки, \bullet – контрольные точки наблюдений

Наиболее значительные выпадения измеренных компонентов происходят в ближней окрестности высотных труб завода в составе крупных фракций частиц. Максимум приземной концентрации достигается на расстоянии менее 1 км от источников, что указывает на весьма высокие скорости оседания выбрасываемых частиц.

С использованием серии космоснимков окрестностей НЭЗ, выполненных в зимние периоды времени 2009–2011 гг., проведено

исследование количественных связей оптической плотности изображений с восстановленной по наземным данным пространственной динамикой выпадений пыли на снеговой покров. Для оцифровки изображений ореолов и шлейфов загрязнений использовалась шкала серого цвета, что позволило провести количественный анализ связей между данными контактными и дистанционными наблюдений загрязнения снежного покрова в зоне влияния пылевых выбросов НЭЗ.

В работе использовались снимки ИСЗ, полученные с сайта компании DigitalGlobe. В результате обработки снимков 2 марта 2011 г. и 31 марта 2009 г. были получены изображения окрестностей НЭЗ, на которых все цветовые градации были переведены в тона серого цвета (рис. 2). Это (дешифровка) позволило выделить ореол загрязнения от основных очагов (завода, угледробилки и технологической автотрассы) по выбранным направлениям.

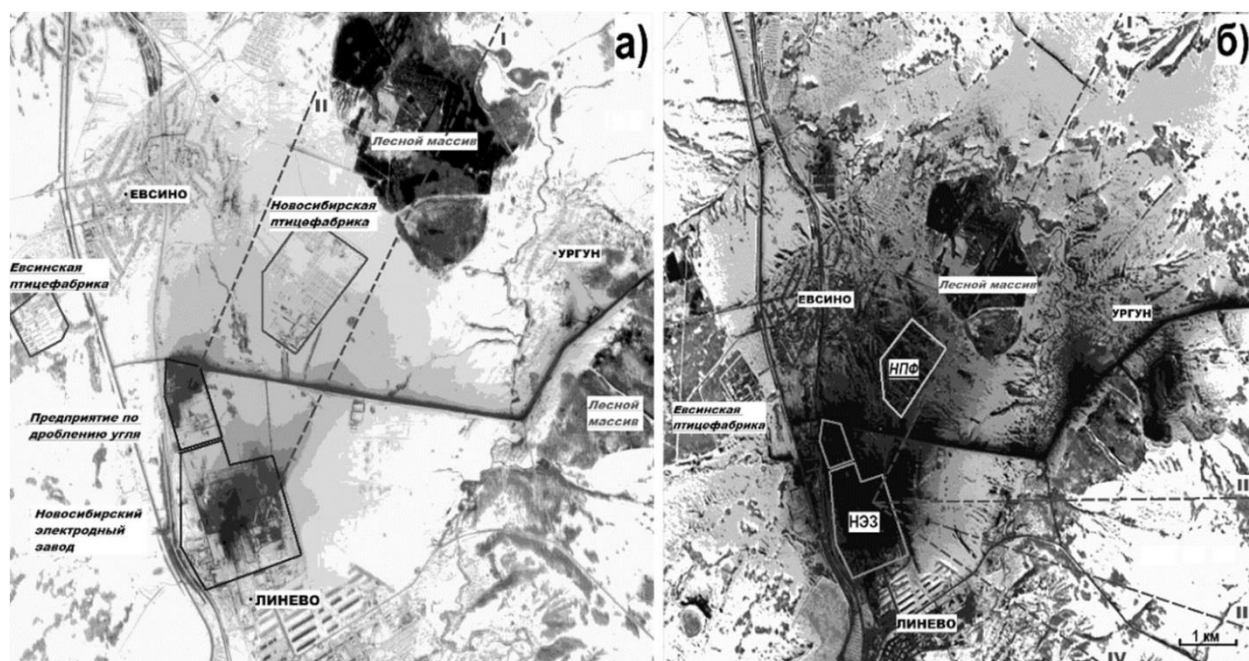


Рис. 2 – Поля выпадений пыли в окрестностях Новосибирского электродного завода, оцифрованные в тонах серого цвета по спутниковым снимкам от а) 2 марта 2011 г., б) 31 марта 2009 г. — — — — — сечения полей выпадений пыли по направлениям выноса

На рис. 3а представлена численная связь между результатами оцифровки спутникового снимка в шкале тонов серого цвета в северо-восточном направлении и модельным описанием (5) поля концентрации от высотных труб НЭЗ. На рис. 3б приведена соответствующая связь для площадного источника угольной пыли.

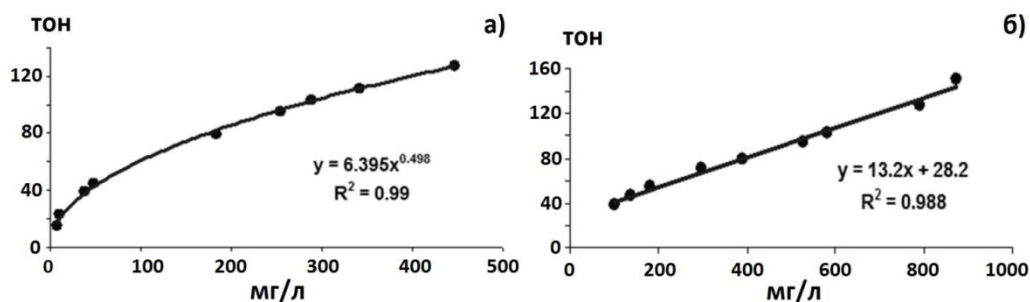


Рис. 3 – Функциональная связь в северо-восточном направлении между интенсивностью изменения тонов серого цвета (снимок 2.03.2011 г.) и полями выпадения пыли от труб НЭЗ (а) и от площадного источника – предприятия по дроблению угля (б)

в) Омская ТЭЦ – 5. В г. Омске ТЭЦ-5 является одним из самых крупных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Выбросы загрязняющих веществ ТЭЦ-5 составляют 36% от ежегодного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух города. Основное и резервное топливо ТЭЦ-5: каменный уголь Экибастузского угольного бассейна, природный газ, растопочное – мазут. Существенный недостаток этого угля заключается в том, что он высокозольный (зола более 40%) и содержит высокое количество примесей.

Согласно климатическим данным в зимнее время в приземном слое атмосферы г. Омска доминируют ветры южного и юго-западного направлений, тогда как на высотах 200 м и более будут уже преобладать ветра юго-западного и западного направлений. На рис. 4 приведены результаты восстановления плотности выпадений пыли от ТЭЦ – 5 в восточном и северо-восточном направлениях

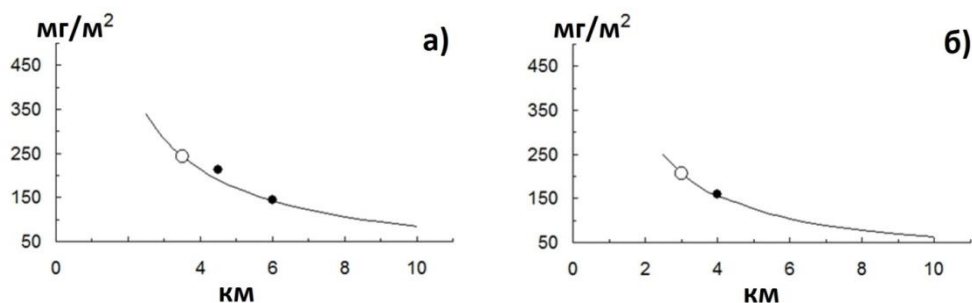


Рис. 4 – Измеренные и восстановленные по формуле (б) плотности выпадения пыли от ТЭЦ-5 в направлении на восток (а) и северо-восток (б)

Согласно спутниковому снимку на рис. 5 основные выпадения пыли в зимний период времени из-за большой высоты труб произошли в секторе северо-восток, восток. В результате обработки снимка было получено изображение окрестностей ТЭЦ-5, на котором все цветовые градации были

переведены в тона серого цвета. Это (дешифровка) позволило выделить ореол загрязнения от источника и провести оцифровку изменений тонов серого цвета по направлениям на восток и северо-восток.

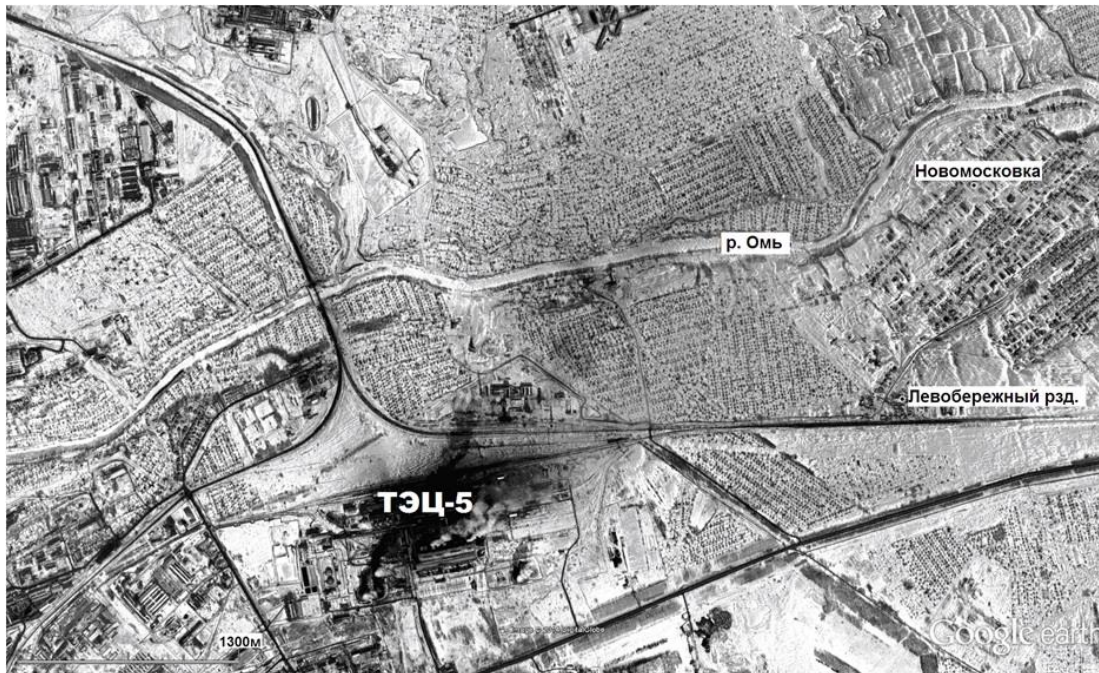


Рис. 5 – Спутниковый снимок от 25 марта 2010 г. окрестностей ТЭЦ-5 г. Омска

Формула (6) даёт возможность провести сравнительный анализ плотности выпадений пыли на снежный покров от ТЭЦ-5 и интенсивности изменения тонов серого цвета в ореоле загрязнения на спутниковом снимке, представленном на рис. 5. На рис. 6 показаны результаты оцифровки тонов серого цвета в направлениях на восток и северо-восток от ТЭЦ-5 и численного анализа функциональных связей с выпадениями пыли.

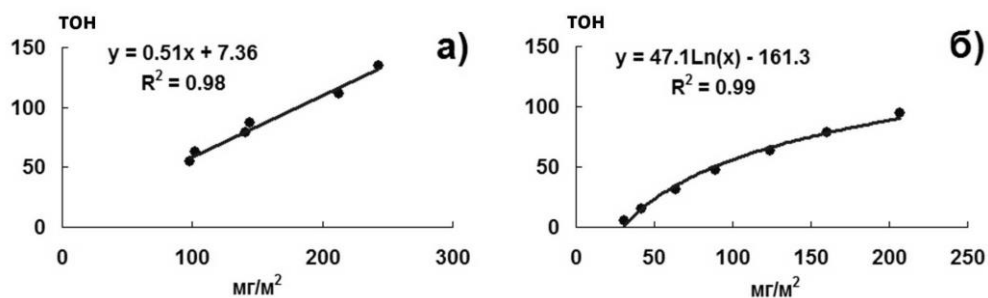


Рис. 6 – Линейная корреляционная связь между интенсивностью изменения тонов серого цвета на снимке 25.03.2010 г. и описанием по модели (6) региональных выпадений пыли от высотных труб ТЭЦ-5 г. Омска в восточном(а) и в северо-восточном направлении (б)

Из рис. 3, 6 вытекает, что для в ближней зоне выпадений пыли для точечного источника характерна степенная связь, для площадного источника – линейная. Для региональных масштабов выпадений пыли реализуется логарифмическая связь.

б) Норильский асфальтно-бетонный завод (АБЗ). В этом примере проводится анализ по спутниковому снимку (рис. 7а) региональных выносов в районе г. Норильска от АБЗ. Завод расположен на юго-востоке от города. По затемнению снежного покрова длина шлейфа выноса примесей прослеживается на расстояние более 10 км, ширина шлейфа составляет не менее 2 км.

На рис. 7б показано изменение тонов цвета с расстоянием от завода. Начиная с расстояний более 4 км, убывание тонов носит фактически линейный характер. На рис. 7в представлена логарифмическая связь между тоном цвета и модельным описанием поля концентрации (β) для расстояний более 4 км.

Заключение

С использованием асимптотических методов построены экономичные по числу опорных точек модели реконструкции локального и регионального загрязнения территорий сосредоточенными и площадными источниками. Проведена апробация разработанных моделей на данных натурных исследований аэрозольного загрязнения снежного покрова в окрестностях ряда крупных промышленных городов Западной и Восточной Сибири. Выявлены устойчивые количественные закономерности между полями выпадения взвешенных веществ и интенсивностью изменения тонов серого цвета на космических снимках в радиальных направлениях от крупных промышленных источников Новосибирской области, Омска, Норильска. Установлено, что для загрязнений локального масштаба между этими полями характерна степенная функциональная связь. Региональному масштабу в большей степени соответствует логарифмическая зависимость. Полученные зависимости позволяют существенно снизить затраты на проведение наземных мониторинговых исследований загрязнения территорий в окрестностях промышленных предприятий.

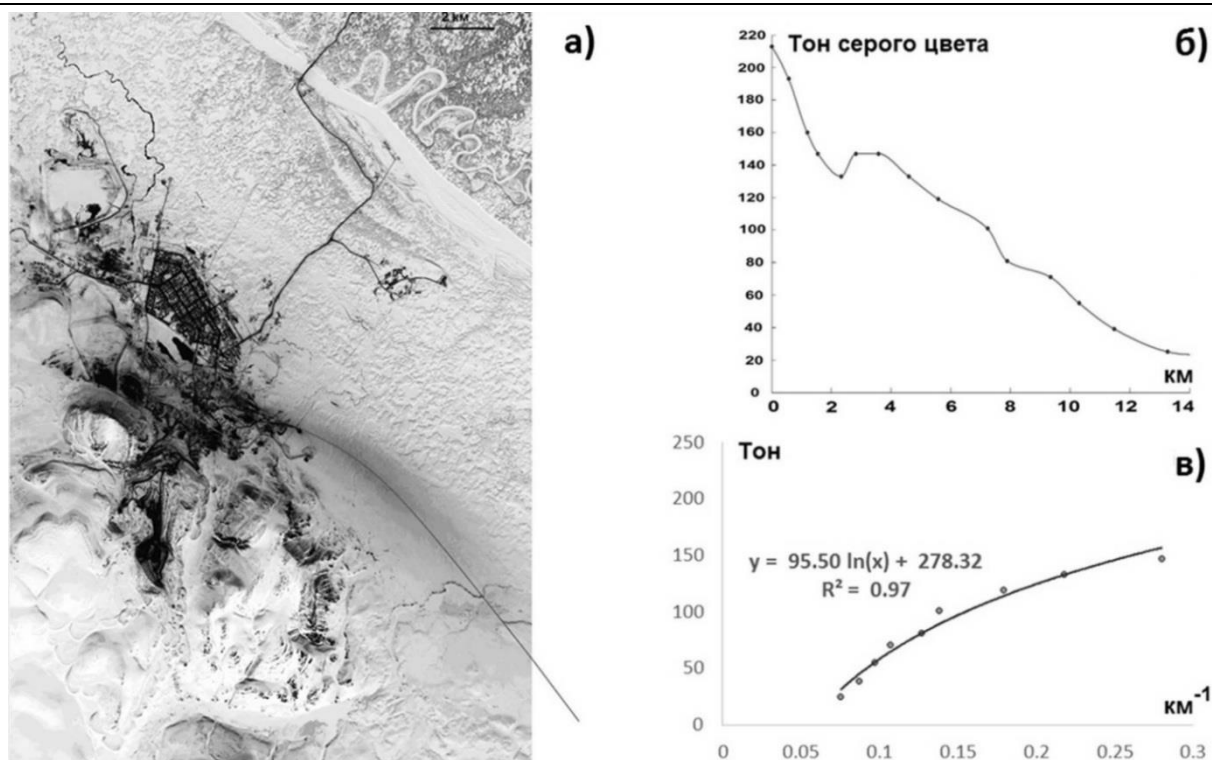


Рис. 7 – Спутниковый снимок Норильска (а). Изменения тонов серого цвета снежного покрова в юго-восточном направлении выноса пыли от асфальто-бетонного завода (б). Функциональная связь (в)

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 18.

Литература

1. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 272 с.
2. Бызова Н.Л., Иванов В.Н., Гаргер Е.К. Экспериментальные исследования атмосферной диффузии и расчеты рассеяния примеси. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 278 с.
3. Василевич М.И., Шапов В.М., Василевич Р.С. Применение спутниковых методов исследования при оценке загрязнения снежного покрова вокруг промышленных предприятий в тундровой зоне // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2015. – Т. 12. – № 2. – С. 50-60.
4. Василенко В. Н., Назаров И. М., Фридман Ш. Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 182 с.
5. Прокачева В.Г., Усачев В.Ф. Снежный покров как индикатор кумулятивного загрязнения в сфере влияния городов и дорог // Метеорология и гидрология. – 2013. – № 3. – С. 94-106.
6. Рапуга В.Ф., Олькин С.Е., Резникова И.К. Методы численного анализа данных наблюдений регионального загрязнения территорий площадным источником // Оптика атмосферы и океана. – 2008. – Т. 21. – № 6. – С. 558-562.
7. Рапуга В.Ф., Шлычков В.А., Леженин А.А., Романов А.Н., Ярославцева Т.В. Численный анализ данных аэрозольных выпадений примесей от высотного источника // Оптика атмосферы и океана. – 2014. – Т. 27. – № 8. – С. 713-718.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ФОНОВОГО СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛОВ В МАЛЫХ РЕКАХ КРАСНОЯРСКОГО РЕГИОНА

Спицына Т.П., Тасейко О.В.

*Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика
М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, Россия*

e-mail: t-spitsina@mail.ru

Аннотация. Выполнена оценка фоновое содержания металлов в р. Кача Красноярского промышленного региона. Показано, что полученные значения превышают ПДК_{р.х.}. Причиной является значительное поступление данных элементов с поверхностным весенним и дождевым стоком бассейна реки.

Ключевые слова: металлы, фоновые характеристики, критерий Вильконсона-Манна-Витни

DETERMINATION OF METALS'S BACKGROUND CONCENTRATION IN SMALL RIVERS OF KRASNOYARSK REGION

T. P. Spitsyna, O. V. Taseiko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: t-spitsina@mail.ru

Abstract. The background concentrations of metals in the river Kacha of the Krasnoyarsk region are estimated. All received values exceed standards. It is caused by significant spring surface and rainfall flow in a river basin.

Keywords: metals, background characteristics, criterion of Vilkonsona-Manna-Vitni

Истошение малых и средних рек приводит к изменению гидрологического режима крупных рек, что в будущем вызывает необратимые изменений в природной среде. Вода является универсальным растворителем по своей химической природе, поэтому антропогенная нагрузка на водоем может приводить к количественным изменениям его химического состава.

Целью данной работы является оценка природно-фоновых уровней содержания металлов в поверхностных водах р. Кача Красноярского промышленного региона с помощью нескольких критериев: непараметрического статистического критерия Вильконсона-Манна-Витни, фактической средней и верхней границы доверительного интервала. В соответствии с целью исследования были поставлены следующие задачи:

- оценить фоновые концентрации для основных металлов согласно РД 52.24.622-2001 [1]: алюминия, марганца, никеля, цинка и железа;
- для этого же ряда данных определить верхнюю границу доверительного интервала;

– проанализировать динамику фактических и фоновых уровней загрязнения.

Река Кача является левым притоком Енисея, начинается в предгорной зоне Восточного Саяна и впадает в него в районе г. Красноярска. Имеет длину 119 км и площадь водосбора 1270 км². В бассейне реки ведутся лесозаготовки, в среднем и нижнем течении хорошо развито сельское хозяйство.

Расчеты выполнялись по данным наблюдений на верхнем створе р. Кача, полученных государственной наблюдательной сетью Среднесибирского управления гидрометеослужбой за период с 1985 по 2014 гг. Створ расположен на 1 км выше пос. «Памяти 13 борцов»; расстояние до устья – 63,5 км. На формирование химического состава водотока в данном месте не влияют сточные воды, там расположены дачные массивы и ведутся лесозаготовки.

Фоновые концентрации химических веществ рассчитываются с использованием непараметрического статистического критерия Вильконсона-Манна-Витни для конкретного створа водотока. Они являются количественной характеристикой содержания веществ в этом створе при наиболее неблагоприятных ситуациях, обусловленных как естественными условиями формирования химического состава и свойств воды, так и влиянием всех источников загрязнения, расположенных выше рассматриваемого створа. Фактически это верхняя граница доверительного интервала, определенная для неблагоприятного гидрологического периода. Поэтому в работе были оценены две фоновые характеристики – фон, определенный согласно РД 52.24.622-2001 и верхняя граница доверительного интервала (рис. 1–2).

Для всех металлов ПДК_{р.х.} превышена в несколько раз. Это связано с избыточным поступлением данных элементов с поверхностным весенним и дождевым стоком бассейна реки. В зимний период нормативы качества вод в р. Кача не превышены.

Фоновые концентрации выше фактического среднего содержания для алюминия, марганца, никеля (рис. 1) и железа в последнее десятилетие. Для цинка такой зависимости не наблюдается (рис. 2). Данное явление не типично, так как исследование проводится для наиболее неблагоприятных гидрологических условий или наиболее неблагоприятного в отношении качества воды периода.



Рис.1 – Фоновые характеристики никеля (ПДК_{р.х.} 10 мкг/л) р. Кача

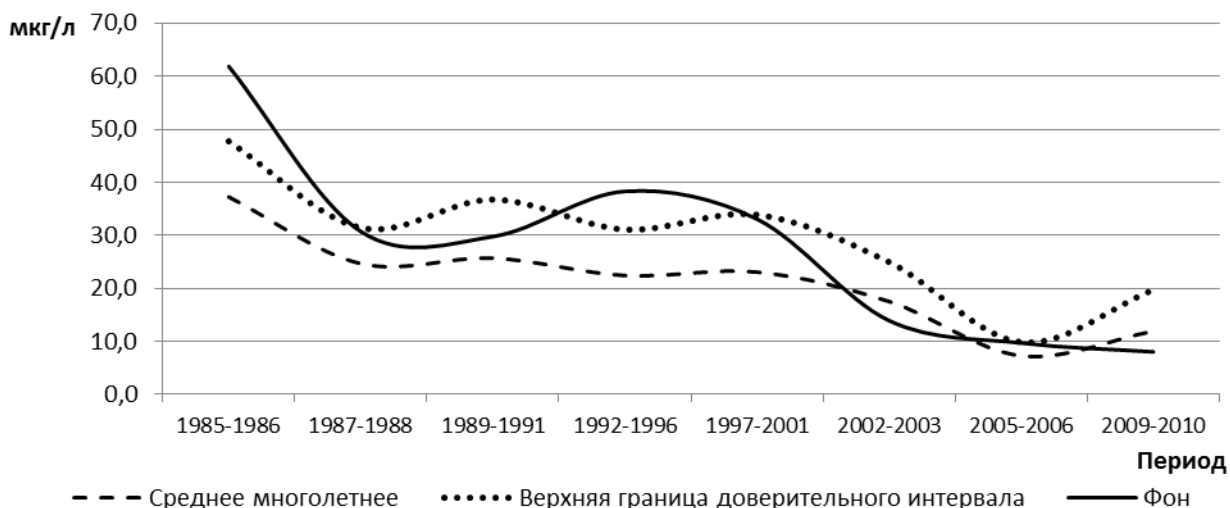


Рис.2 – Фоновые характеристики цинка (ПДК_{р.х.} 10 мкг/л) р. Кача

Как показано многими исследователями [2], между гидрохимическими и гидрологическими показателями в целом существует определенная связь: например, при увеличении расхода воды обычно наблюдается снижение минерализации речных вод. Колебания водности могут наблюдаться не только в течение года, но и за многолетний период. При этом возможны

ситуации, когда фоновая концентрация вещества, вычисленная за период с пониженной водностью, применяется в годы с повышенным водным стоком или наоборот. Следовательно, оценка допустимого антропогенного воздействия на водный объект будет искусственно занижена или завышена. Поэтому в работе использовался достаточно длинный интервал времени: почти 30 лет.

Результаты выполненных расчетов показывают, что качество речных вод по содержанию в них металлов имеет сильную зависимость от степени загрязнения поверхностного стока. Наиболее жестким вариантом оценки фоновых характеристик (в большинстве случаев) является величина верхней границы доверительного интервала. Данная оценка, в дальнейшем, поможет определить происхождение высокого, по сравнению с нормативными значениями, содержания исследуемых металлов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-07-06982.

Литература

1. РД 52.24.622-2001 Методические указания. Проведение расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков / О.А. Клименко, В.Ф. Геков, Р.С. Пятницына, О.В. Сергеева. – М: Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – 63 с.
2. Савичев О. Г. Фоновые концентрации веществ в речных водах таежной зоны Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. – 2010. – № 334. – С. 169-175.

ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ БИОПЛЕНОК ОЗЕРА БАЙКАЛ С ПОМОЩЬЮ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ХЛОРОФИЛЛА

Тихонова И.В., Ивачева М.А., Краснопеев А.Ю., Потапов С.А., Сороковикова Е.Г., Бутина Т.В., Белых О.И.

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия

e-mail: iren@lin.irk.ru

Аннотация. В настоящее время наблюдается деградация прибрежной зоны озера Байкал. Одним из неблагоприятных проявлений экологического кризиса является развитие биопленок цианобактерий на эндемичных байкальских губках. Концентрация хлорофилла является одним из показателей активности автотрофов и является одним из трех параметров установления трофического статуса водоемов. Нами апробирован метод измерения концентрации хлорофилла в биопленках бентоса озера Байкал и рассчитано процентное содержание хлорофилла в единице сырой биомассы.

Ключевые слова: Байкал, сублитораль, цианобактерии, биопленки, хлорофилл

CHLOROPHYLL-BASED EVALUATION OF BIOFILMS PRODUCTIVITY OF LAKE BAIKAL

Tikhonova I. V., Ivacheva M. A., Krasnopeev A. Yu., Potapov S.A., Sorokovikova E. G., Butina T. V., Belykh O. I.

Limnological Institute SB RAS, Irkutsk, Russia

e-mail: iren@lin.irk.ru

Abstract. Currently, the degradation of a coastal zone of Lake Baikal occurs. The development of cyanobacteria biofilms on endemic Baikal sponges is one of adverse manifestations of the ecological crisis. The chlorophyll concentration is an indicator of autotrophs activity and one of three parameters used for establishing the trophic status of water bodies. We have tested a method for measuring the chlorophyll concentration in biofilms of the lake's benthic community and calculated the chlorophyll percentage per unit of raw biomass.

Keywords: Lake Baikal, sublittoral, cyanobacteria, biofilms, chlorophyll

Сублитораль или прибрежная зона – самая благоприятная экологическая зона в крупных озерах, отличающаяся максимальным видовым разнообразием обитателей [1]. Сублитораль является зоной баланса процессов автотрофии и гетеротрофии, чутко реагируя на изменение экологических условий [2, 3]. С 2011 года наблюдаются неблагоприятные экологические изменения в литорали и сублиторали озера Байкал, в первой отмечены гниющие скопления отмерших водорослей, моллюсков и губок, а вторая страдает от массового развития новых для этой ниши видов водорослей и цианобактерий [4]. Отмечается обесцвечивание и гибель эндемичных губок, увеличение биомассы цианобактерий и обрастание губок цианобактериальными биопленками. Несмотря на то, что литораль и пелагиаль являются частью целого – экосистемы озера, для бентосных сообществ неприменимы многие параметры, оценивающие ее экологическое состояние. Основными показателями трофности водоемов являются концентрации хлорофилла, азота и фосфора в воде, из которых именно

хлорофилл отражает обилие автотрофных организмов, но этот показатель в исследованиях сублиторали Байкала ранее не измерялся.

Проведена апробация метода измерения концентрации хлорофилла в бентосных цианобактериальных биопленках, обрастающих байкальскую губку *in situ*, и в культуре цианобактерий.

Пробы обрастаний с больных губок и кусочки губок были отобраны во время кругобайкальской экспедиции в мае-июне 2017 г. с помощью водолазов и заморожены. Биопленки выращивали в колбах на покровных стеклах в жидкой среде Z-8 с использованием культур бентосных цианобактерий *Synechococcus* sp. и *Phormidium* sp. Экстракцию хлорофилла из взвешенных образцов биопленок и кусочков губок проводили горячим метанолом, концентрацию хлорофилла *a* определяли по методике, описанной ранее [5], модифицированной нами для пересчета концентрации хлорофилла на сырую биомассу.

Концентрация хлорофилла *a* в кусочках губок составляла от 18,5 до 707 мкг/грамм сырого веса. Максимальные концентрации хлорофилла наблюдались в губках Южной котловины озера Байкал – от 236,7 до 707 мкг/г сырого веса. Концентрация хлорофилла в бентосных биопленках из Средней котловины варьировала от 64 до 180,3 мкг/г сырого веса, из Северной – от 18,5 до 227,5 мкг/г. В биопленках культур цианобактерий *Synechococcus* sp. и *Phormidium* sp. концентрация хлорофилла составила 372,2 мкг/г и 1741,25 мкг/г сырого веса, соответственно. Процентное соотношение хлорофилла к биомассе в природных биопленках составило от 0,038 % (минимальное значение для биопленок Северного Байкала) до 1,19 % (для биопленок Южного Байкала) на единицу сырой биомассы. Высокие показатели процентного отношения хлорофилла к биомассе мы наблюдали и в культурах цианобактерий – 1,28% (*Synechococcus* sp.) и 2,31 % (*Phormidium* sp.). Известно, что низкое соотношение хлорофиллов к биомассе наблюдается при биогенном дефиците фитосообщества, высокой инсоляции, а высокое – при низкой освещенности, высокой обеспеченности азотом и фосфором и внесении органических веществ [6].

Таким образом, впервые апробирована методика измерения

хлорофилла в обрастаниях байкальской губки. Данные демонстрируют большой разброс, что связано с разными экологическими условиями биотопов озера Байкал. Максимальные значения хлорофилла *a* на единицу биомассы наблюдались в биопленках Южной котловины озера Байкал, что говорит об интенсивности процесса фотосинтеза в этой части Байкала. Похожее содержание соотношение хлорофилла к биомассе, по литературным данным, наблюдается в фитопланктоне мезотрофных и эвтрофных водоемов.

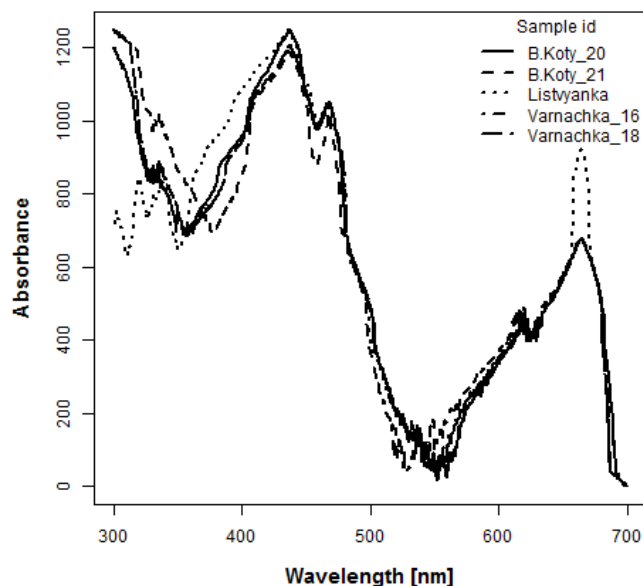


Рис. 1 – Спектр поглощения метанольного экстракта биопленок цианобактерий

Авторы выражают благодарность И. В. Ханяеву за отбор проб губок. Апробация метода была выполнена при поддержке гостемы ЛИИ СО РАН VI.55.1.3 и проекта РФФИ № 16-54-44035 Монг_а.

Литература

1. Vadeboncoeur Y., McIntyre P., Vander Zaden J. Borders of Biodiversity: Life at the Edge of the World's Large Lakes // *BioScience*. – 2011. – 61(7). – P. 526-537.
2. Sadro S., Melack J., MacIntyre S. Spatial and Temporal Variability in the Ecosystem Metabolism of a High-elevation Lake: Integrating Benthic and Pelagic Habitats // *Ecosystems*. – 2011. – Vol. 14 (7). – P. 1123-1140.
3. Vadeboncoeur Y., Steinman A.D. Periphyton function in lake ecosystems // *Scientific World Journal*. – 2002. – Vol. 29 (2). – P. 1449-68.
4. Timoshkin O.A. Rapid ecological change in the coastal zone of Lake Baikal (East Siberia): Is the site of the world's greatest freshwater biodiversity in danger? // *J. Great Lakes Res.* – 2016. – Vol. 42. – P. 487-497.
5. Henriques M., Silva A., Rocha J. Extraction and quantification of pigments from a marine microalga: a simple and reproducible method // *Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology*. – Formatex, 2007. – P. 586-593.
6. Минеева Н.М., Щур Л.А. Содержание хлорофилла *a* в единице биомассы фитопланктона (Обзор) // *Альгология*. – 2012. – Т. 22 (4). – С. 441-456.

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ И СЕРА В ПОЧВАХ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРА СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Шапченкова О.А., Ершов Ю.И., Цуканов А.А.

*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ
КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Россия*

e-mail: shapchenkova@mail.ru

Аннотация. Исследовано пространственное и внутрипрофильное распределение Cu, Ni, Co, Pb, S в почвах, подверженных аэротехногенному загрязнению одного из предприятий Заполярного филиала ПАО «ГМК «Норильский никель» – Надеждинского металлургического завода. Установлено, что тяжелые металлы и сера аккумулируются в органогенных и органоминеральных горизонтах почв (преимущественно на глубине 0-5 см). Загрязнение почв тяжелыми металлами отмечается на расстоянии до 40 км от источника эмиссии.

Ключевые слова: почвы, загрязнение, тяжелые металлы, сера

HEAVY METALS AND SULPHUR IN SOILS OF TECHNOGENIC LANDSCAPES OF MIDDLE SIBERIA

Shapchenkova O.A., Yershov Yu.I., Tsukanov A.A.

V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: shapchenkova@mail.ru

Abstract. The soil pollution with Cu, Ni, Co, Pb, and S in technogenic impact zone of metallurgical works “Nadezhda” in the Taimyr Peninsula was studied. Heavy metals and sulphur are accumulated in the upper organic and organo-mineral horizons of the soils (mainly at 0-5 cm depth). It was found that the soils were contaminated by heavy metals within 40 km of the emission source.

Keywords: soils, pollution, heavy metals, sulphur

Экосистемы Арктики и Субарктики наиболее чувствительны к техногенному воздействию. Эта чувствительность обусловлена рядом факторов, таких как короткий вегетационный период, низкие температуры, низкая первичная продуктивность, присутствие многолетней мерзлоты, крайняя восприимчивость напочвенного покрова и верхних органических горизонтов к любым нарушениям их физической целостности и теплового режима [6].

ПАО «ГМК «Норильский никель» является мировым лидером по производству никеля и палладия. Кроме этого, компания производит платину, медь, кобальт, родий, серебро, теллур, селен, иридий и рутений. Функционирование горно-металлургических предприятий Заполярного филиала ПАО «ГМК «Норильский никель», выбрасывающих в атмосферу тысячи тонн вредных веществ ежегодно, оказывает негативное влияние на окружающую среду полуострова Таймыр. Основными загрязняющими веществами медно-никелевого производства являются диоксид серы и тяжелые металлы. Около 96 % серы поступает в атмосферу в виде SO₂,

остальное количество приходится на долю сульфатов, сероводорода, сероуглерода, карбонилсульфида и других соединений [1]. В аэральных выбросах тяжелые металлы присутствуют в виде пыли и аэрозолей. Целью данной работы было изучение пространственного и внутрипрофильного распределения тяжелых металлов (Cu, Ni, Co, Pb) и серы в почвах зоны техногенного влияния Надеждинского металлургического завода.

В Норильской долине от Надеждинского металлургического завода на запад-северо-запад (в направлении г. Дудинки) был заложен трансект протяженностью 70 км. Объектом исследований являлись мерзлотные почвы (криоземы, торфяно-криоземы, хемокриоземы). Было заложено 27 почвенных разрезов. Валовое содержание тяжелых металлов в почвах определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии, серы – фотоколориметрическим методом.

Климат территории исследования субарктический. Зима суровая (средняя температура января $-27,6...-28,0$ °С), лето умеренно теплое (средняя температура июля $12,8-13,4$ °С). Среднегодовая температура воздуха равна $-9,8...-10,2$ °С. Сумма температур выше 0 °С – $965-1023$ °С, выше 10 °С – $609-688$ °С. Среднее количество осадков составляет $363-384$ мм в год. Продолжительность безморозного периода $77-80$ дней [4, 5]. Большие суточные и годовые колебания температуры воздуха в условиях холодного климата и многолетней мерзлоты обуславливают криогенные процессы, которые оказывают существенное влияние на состав и свойства почв. В результате чередования промерзания-протаивания в профиле почв возникает целый комплекс механических деформаций почвенной массы, связанных с пучением, криотурбациями, морозобойным растрескиванием [2].

Рельеф Норильской котловины представлен плоской (с моренными всхолмлениями) равниной. В качестве почвообразующих пород выступают продукты выветривания трапповых и карбонатных пород.

Профиль криоземов состоит из влажно-торфяной подстилки О, переходного горизонта АО, минерального (часто глееватого и карбонатного)

горизонта В (g, са, \perp), переходного ВС и материнской породы С (ВС и С могут отсутствовать в профиле), которые на глубине 30-130 см подстилаются льдистой многолетней мерзлотой (рис.).

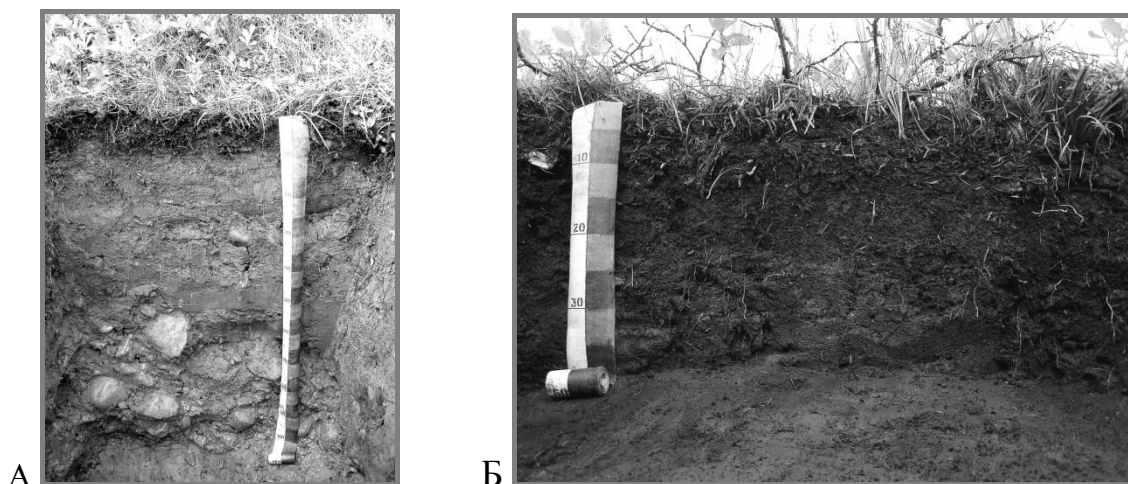


Рис. – Почвенный профиль криозема глееватого (А) и торфяно-криозема типичного (Б)

Для почв, формирующихся вблизи источника эмиссии, отмечено нарушение естественного залегания генетических горизонтов, отсутствие подстилочных горизонтов.

Поступающие с аэротехногенными выбросами Cu, Ni, Co, Pb и S аккумулируются в верхних органогенных и органоминеральных горизонтах почв. Эти горизонты выступают в качестве механических, сорбционных и хемосорбционных геохимических барьеров для техногенных элементов. В минеральной части почв содержание элементов резко снижается. Содержание приоритетных загрязнителей (меди и никеля) в органогенных и органоминеральных горизонтах почв, испытывающих наибольшее воздействие Надеждинского металлургического завода (вблизи 5 км), превышает их концентрацию в минеральной части профиля в десятки раз.

Установлено, что техногенные элементы в основном накапливаются на глубине 0-5 см, реже 12-30 см. Более глубокое проникновение связано с высокой порозностью слаборазложенных органогенных горизонтов, которая способствует нисходящей миграции элементов, находящихся в составе растворов, тонкодисперсных частиц и газов. Наибольшее накопление элементов отмечено в почвах, формирующихся на наветренных участках, вблизи источника выбросов и в нижней части склонов. По мере удаления от источника эмиссии содержание тяжелых металлов уменьшается (табл.).

Важно отметить, что содержание элементов в почвенном покрове подвержено значительной вариабельности, которая обусловлена пространственной изменчивостью техногенного воздействия, ландшафтными условиями, пестротой литохимической основы, свойствами почв.

Таблица – Валовое содержание элементов в верхних органогенных и органоминеральных горизонтах почв, мг/кг

Расстояние от источника эмиссии, км	Cu	Ni	Co	Pb	S
Фитоценозы сильно нарушены					
1,15-2,7	1511–9850	1081–3224	67–267	11,7–53	1648–10470
5	1163–5913	526–2882	5–160	7,9–30,2	1136–7331
9	704	641	29	10,2	2500
Фитоценозы умеренно нарушены					
17	438	402	17	8,3	2573
25	258	190	26	6,4	1435
Фитоценозы слабо нарушены					
40	35–343	45–280	3–19	3,5–13,5	501–1830
Фитоценозы слабо нарушены и фоновые					
70	21–88	21–96	1–10	0,8–8,6	128–1972

Примечание – через тире приведены минимальные и максимальные значения

Загрязнение почв тяжелыми металлами фиксируется до 40 км от Надеждинского металлургического завода, диоксид серы переносится на гораздо большие расстояния. Согласно литературным данным [3], только 2 % всех выбросов серы осаждаются в радиусе 250 км от источника загрязнения.

Литература

1. Горно-металлургическая компания “Норильский никель”. Доклад объединения Bellona. – 2010. – 71 с. http://network.bellona.org/content/uploads/sites/4/2015/07/file_nikel-report-bellona-2010-ru.pdf
2. Ершов Ю.И. Почвы Среднесибирского плоскогорья. – Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2004. – 86 с.
3. Онучин А.А., Буренина Т.А., Зубарева О.Н., Трефилова О.В., Данилова И.В. Загрязнение снежного покрова в зоне воздействия предприятий Норильского промышленного района // Сибирский экологический журнал. – 2014. – Т. 21. – № 6. – С. 1025-1037.
4. Справочник по климату СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – Вып. 21. Ч. II. – 504 с.
5. Справочник по климату СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – Вып. 21. Ч. IV. – 402 с.
6. Reynolds J.F., Tenhunen J.D. Landscape function and disturbance in Arctic tundra / Ecological studies (book 120). – Springer Science & Business Media, 1996. – 440 p.

КИСЛОТНОСТЬ И МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ г. ВЛАДИВОСТОКА

Юрченко С.Г.

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

e-mail: yurchenko@tig.dvo.ru

Аннотация. В работе приведены результаты исследований химического состава дождевых осадков за 2014-2016. Показано, что атмосферные осадки имеют кислотный характер. Описаны зависимости между их химическими и метеорологическими параметрами.

Ключевые слова: атмосферные осадки, химический состав, кислотность

THE ACIDITY AND MINERAL COMPOSITION OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION IN VLADIVOSTOK

Yurchenko S.G.

Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia

e-mail: yurchenko@tig.dvo.ru

Abstract. The article shows the results of researches of chemical structure of rainfall for the 2014-2016 years. It is show that atmospheric precipitation has acidic character. Describes the dependence between their chemical and meteorological parameters.

Keywords: atmospheric precipitation, chemical composition, acidity

Актуальность изучения атмосферных осадков, заключается в том, что - основной водно-балансовой составляющей всех типов природных вод и главным источником естественных ресурсов подземных вод являются атмосферные осадки. Атмосферные выпадения постоянно воздействуют на все компоненты окружающей среды, представляют собой неустранимый фактор и поэтому в теории риска относятся к самой высокой категории. Загрязняющие воздух вещества в результате метеорологических процессов распространяются в атмосфере на значительные расстояния, что в конечном итоге приводит к глобальному загрязнению воздуха.

Владивосток – административный центр Приморского края, занимает южную часть полуострова Муравьев-Амурского и побережье вдоль Амурского залива. На всем протяжении и в глубину полуострова на 3-5 км территория полностью застроена и освоена хозяйственной деятельностью человека: жилыми домами, предприятиями, постройками разного предназначениями, домами отдыха, промзонами, дорогами.

В Приморском крае мониторинг атмосферного воздуха осуществляет Примгидромет. В пределах городского округа Владивостока существует

несколько площадок для наблюдений за погодой. Из-за особенностей рельефа и различного расстояния до моря их климат неодинаков.

С июня 2014 г. сотрудниками института географии ДВО РАН проводится отбор проб с помощью стационарного автоматического осадкосборника WADOS, который расположен в 700 м от берега, на высоте 30 м над уровнем моря. В работе приводится анализ данных по кислотности, ионному составу и минерализации атмосферных осадков. Содержание в пробах таких компонентов, как NO_3^- , HCO_3^- , pH, SO_4^{2-} , Cl^- определяют непосредственно после отбора проб. Общая минерализация определяется суммированием анионов и катионов, а кислотность проб - по водородному показателю pH. Данные о количестве осадков были получены на сайте погоды [1].

Из всех видов атмосферных осадков, в том числе росы, иней, изморози, жидкого и твердого налета, в настоящей работе рассматриваются только жидкие осадки, т.е. дождь.

На рис.1 представлено распределение всех проб по градациям pH. Видно, что максимальное количество проб (52%) приходится на градацию 4,5-5 pH и более 90% их имеют слабокислую реакцию ($\text{pH} < 5,5$). В г. Санкт-Петербурге, который расположен на побережье Финского залива, атмосферные осадки также относятся к слабокислым растворам, однако среднее значение составляет $5,6 \pm 0,9$ [2], что характерно и для атмосферных осадков северо-восточном побережье Черного моря [3]. В период исследования, около 20% отобранных осадков не содержали гидрокарбонаты, что в 4,5 раза ниже по сравнению с Мурманской областью [4]. За период наблюдений с июня 2014 по декабрь 2016 ярко выраженной тенденции изменения кислотности осадков не наблюдалась. Во внутригодовом ходе (по среднемесячным значениям) наиболее низкие значения pH приходятся преимущественно на летние месяцы, что хорошо согласуется с максимумом количества выпадающих осадков. При уменьшении кислотности осадков, возрастает вклад SO_4^{2-} и NO_3^- , имеющих как морское, так и континентальное

происхождение. Однако, четкой корреляции между закисляющими анионами и величиной рН для данного района не обнаружено, хотя такая связь, безусловно, существует.

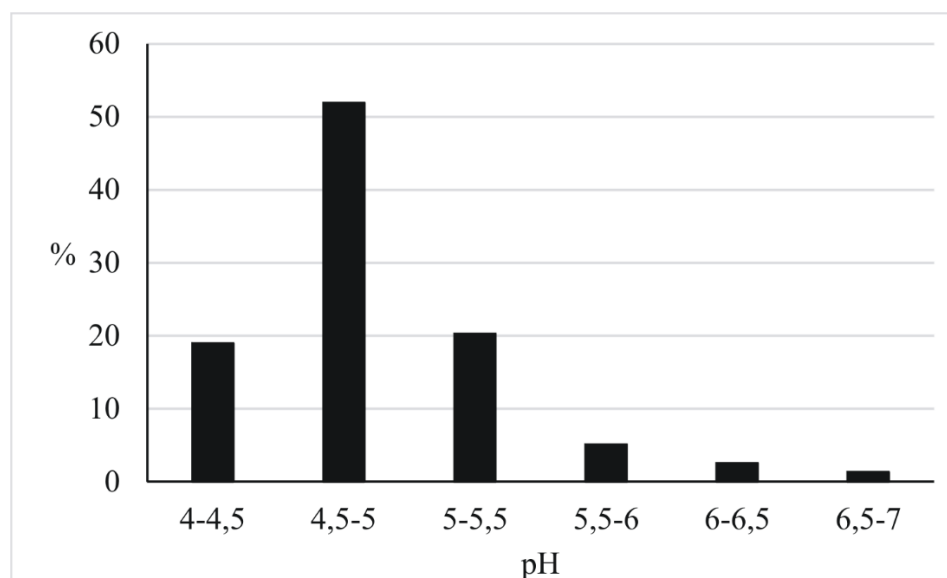


Рис. 1 – Повторяемость (%) рН в исследуемых пробах

Средние годовые значения определяемых компонентов осадков Владивостока представлены в табл.1. Из таблицы видно, что среди анионов преобладает сульфатный ион, а среди катионов – суммарное содержание натрия и калия, поэтому атмосферные осадки, выпадающие на территории г. Владивостока относятся, в целом, к сульфатно-натриево-калиевому классу.

Таблица 1 - Средние значения (мг/л) химического состава атмосферных осадков в г. Владивосток

	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{Na}^+\text{+K}^-$	NH_4^+	Σ ионов
Все осадки	0,97	2,59	1,68	2,25	0,80	0,16	0,96	0,54	7,14

Для определения степени континентальности осадков мы использовали традиционные соотношения концентраций ионов различного происхождения: $(\text{Cl}^-)/(\text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^-)$ для анионов и $(\text{Na}^+ + \text{Mg}^{2+})/(\text{Ca}^{2+} + \text{K}^+)$ для катионов. По результатам соотношения анионов, преобладали ионы континентального происхождения (52 случая из 79). По соотношению катионов континентальных случаев получается меньше (в 63% наблюдается преобладание $\text{Na}^+ + \text{Mg}^{2+}$, которые по большей части морского происхождения). Помимо степени континентальности осадков, мы определили вклад сульфатов морского происхождения, используя данные о

содержании катионов натрия. Согласно этим расчетам, 14% сульфатов морского происхождения. Если рассматривать внутригодовое сезонное изменение соотношения ионов, то катионы и анионы морского происхождения были отмечены в осадках, отобранных с сентября по ноябрь/декабрь. Преобладание морских катионов и анионов в осадках, отобранных в период, когда на исследуемой территории господствует континентальный ветер, можно объяснить траекторией ветра, который, при приближении к пункту отбора проходит над акваторией Амурского залива.

Анализируя динамику среднегодовых концентраций ионов за рассматриваемый период, следует отметить, что для хлорид-ионов и натрия отмечается устойчивая тенденция к уменьшению среднегодовых концентраций, в то время как содержание закисляющих анионов в осадках увеличивается от года в год.

Кроме того, между минерализацией и доминирующими в осадках ионами существует корреляционная связь (табл. 2).

Таблица 2 – Корреляционные связи между минерализацией и главными компонентами в осадках г. Владивостока

Химические компоненты	R ²
Na ⁺ +K ⁺	0,65
Ca ²⁺	0,53
SO ₄ ²⁻	0,76
Cl ⁻	0,59

Дождевые воды имеют невысокую минерализацию, составляющую единицы, что соответствует данным по дождям Приморья в целом [5, 6]. Значения минерализации в точке наблюдения изменяются в широком диапазоне: от 0,9 до 32 мг/л при среднем значении 7,1 мг/л. Уравнение линейного тренда многолетних изменений средних годовых значений суммарной минерализации осадков свидетельствует о тенденции увеличения загрязненности осадков, который характеризуется положительным коэффициентом при переменной. Так, в 2016 г общая минерализация варьировала от 2,7 до 32 мг/л при среднем показателе 8,2 мг/л, а в анализах 2014 г. минерализация изменяется от 0,9 до 21 мг/л при среднем значении 5,8

мг/л. Таким образом, среднее значение минерализации стало в 1,5 раза выше по сравнению с начальным периодом изучения осадков. Также, визуально прослеживается обратная зависимость между минерализацией осадков и их интенсивность, а именно при выпадении большего количества осадков их минерализация уменьшается (рис. 2).

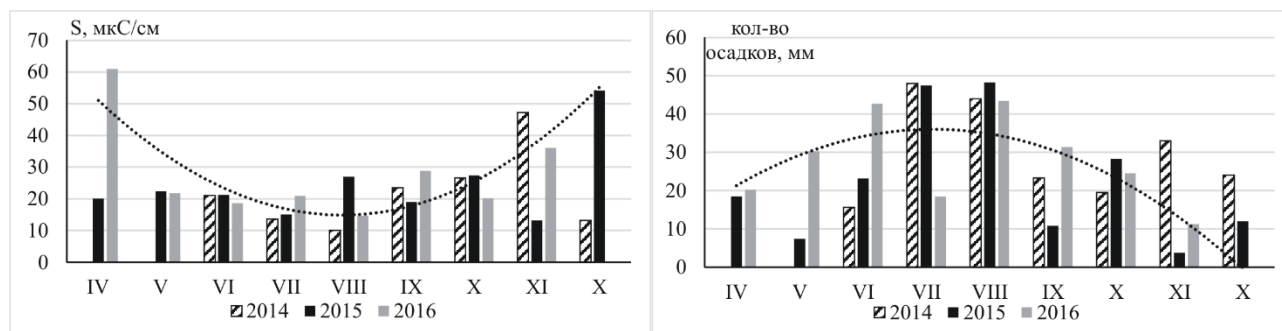


Рис. 2 – Многолетние изменения средних годовых значений суммарной минерализации (расчет по электропроводности) и интенсивности осадков

При незначительной кислотности осадков, которая отмечена для исследуемых дождей, зависимость удельной электропроводности от суммы ионов практически функциональна ($R^2=0,8$), поэтому в графическом изображении зависимостей, вместо минерализации, мы использовали электропроводность.

Выводы:

1. Атмосферные осадки, отобранные в г.Владивостоке (восточное побережье Амурского залива), имеют кислотный характер.
2. Выявлено наличие обратной зависимости кислотности и минерализации осадков от их интенсивности
3. Вклад в общую минерализацию закисляющих компонентов более 60%.
4. Атмосферные осадки, выпадающие на территории г.Владивостока относятся, в целом, к сульфатно-натриево-калиевому классу.
5. В период зимних муссонов отмечается заметное присутствие в осадках морских катионов и анионов.

Литература

1. Погода во Владивостоке [Электронный ресурс] // Расписание погоды. – Режим доступа: http://rp5.ru/Архив_погоды_во_Владивостоке. – Дата обращения: 15.02.2017
2. Свистов П.Ф., Першина Н.А., Павлова М.Т. Атмосферные осадки: химический состав и кислотность // Природа. – 2015. – № 6. – С. 28-36.
3. Суркова Г.В., Еремина И.Д., Зорина С.А. Влияние континентальных и морских источников на химический состав летних атмосферных осадков северо-восточного побережья Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2005. – Вып. 12. – С. 208-214.
4. Свистов П.Ф., Полищук А.И., Першина Н.А. Качественная оценка загрязнения окружающей среды (по данным о химическом составе атмосферных осадков) // Труды главной геофизической обсерватории им. А.И. Войкова. – 2010. – № 562. – С. 76-94.
5. Чудаева В.А., Чудаев О.В., Юрченко С.Г. Особенности химического состава атмосферных осадков на юге Дальнего Востока // Водные ресурсы. – 2008. – Т.35. – № 1. – С. 60-71.
6. Юрченко С.Г. Химический состав атмосферных осадков города Владивостока (дождь и снег) // Географические и геоэкологические исследования на Дальнем Востоке. Вып.2. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – С. 149-159.

ОЦЕНИВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА ПО СПУТНИКОВЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ СОСТОЯНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

Ярославцева Т.В.¹, Рапута В.Ф.²

¹ Новосибирский институт гигиены Роспотребнадзора, г. Новосибирск, Россия

² Институт вычислительной математики математической геофизики СО РАН,
г. Новосибирск, Россия

e-mail: tani-ta@list.ru

Аннотация. Обсуждаются результаты наземного и спутникового мониторинга загрязнения снежного покрова гг. Кемерово и Новокузнецка взвешенными веществами, полиароматическими углеводородами. На зимних спутниковых снимках этих городов проиндексирована плотность тона изображения очагов загрязнения и проведено сопоставление результатов компьютерной обработки космоснимков с результатами наземного мониторинга загрязнения снежного покрова на постах Росгидромета. Установлено наличие линейных корреляционных связей между оттенками серого цвета, содержанием примесей в пробах снеготалой воды и атмосферным загрязнением.

Ключевые слова: атмосфера, снежный покров, взвешенные вещества, спутниковые снимки, корреляционный анализ.

EVALUATION OF LONG-TERM POLLUTION OF ATMOSPHERIC AIR OF INDUSTRIAL CITY FROM SATELLITE OBSERVATIONS OF SNOW COVER

Yaroslavtseva T.V.¹, Raputa V.F.²

¹ *Novosibirsk Institute of Hygiene of Rosпотребнадзор, Novosibirsk, Russia*

² *Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS,
Novosibirsk, Russia*

e-mail: tani-ta@list.ru

Abstract The results of ground and satellite monitoring of snow cover of Kemerovo and Novokuznetsk with suspended substances and polyaromatic hydrocarbons are discussed. In winter satellite images of the cities, the density of the image-tone of pollution foci is indexed, and the results of computer processing of space images are compared with the results of ground monitoring of snow cover contamination at Roshydromet posts. The presence of linear correlations between the shades of gray, the content of impurities in the samples of snow-covered water and atmospheric pollution is established.

Keywords: atmosphere, snow cover, suspended matter, satellite images, correlation analysis.

В зимнее время основные источники взвешенных веществ в городах находятся над поверхностью земли и их выбросы носят вполне организованный характер. На спутниковых снимках достаточно высокого разрешения отчетливо проявляется осаждение аэрозолей антропогенного происхождения на снежный покров городских территорий. На них степень загрязнённости снежного покрова носит дифференцированный характер и отражает атмосферную динамику процессов переноса взвешенных веществ, сажи, полиароматических углеводородов (ПАУ) от различных источников атмосферных выбросов [2, 5]. Это позволяет оперативно проводить эффективный контроль косвенного пространственного загрязнения территорий.

Наземные исследования снежного покрова в городах носят эпизодический характер и не всегда позволяют раскрыть полную картину загрязнения. Другой проблемой является ненормативность полученных характеристик загрязнения. Для разрешения возникающих вопросов целесообразно привлечение данных наблюдений атмосферного загрязнения. Регулярный контроль загрязнения атмосферы городов проводится на стационарных постах Государственной службы наблюдений Росгидромета [1]. Поэтому при размещении точек отбора проб снега по территории города следует отдавать предпочтение отбору именно вблизи этих постов, что в дальнейшем создаёт возможности выявления корреляционных связей межсредового загрязнения [6, 7]. В последующей перспективе это позволит проводить прямые оценки длительного загрязнения атмосферного воздуха территорий города определёнными примесями по результатам спутниковых наблюдений.

Цель исследования заключается в сопоставлении данных наземного и спутникового мониторинга загрязнения снежного покрова городов и выявлении количественных связей межсредового загрязнения.

1. Материалы и методы исследования

Основу проводимого исследования составляют данные мониторинга загрязнения снежного покрова крупных городов Кузбасса. Отбор проб снега выполнялся в ближайших окрестностях стационарных городских постов контроля загрязнения атмосферного воздуха г. Кемерово в конце зимних сезонов 2009-2011 гг. и в г. Новокузнецке в начале марта 2014 г. Схема расположения пунктов наблюдения за загрязнением (ПНЗ) атмосферного воздуха в этих городах представлена на рис. 1.

Техника отбора проб снега является достаточно универсальной и хорошо апробированной [3]. Пробы, как правило, отбираются в виде кернов с помощью пластмассовой трубы на открытых площадках неповреждённого снежного покрова на всю глубину. Дальнейший физико-химический анализ снежных проб выполнялся в различных лабораториях после их топления по определённым схемам в зависимости от природы определяемых компонентов [6].

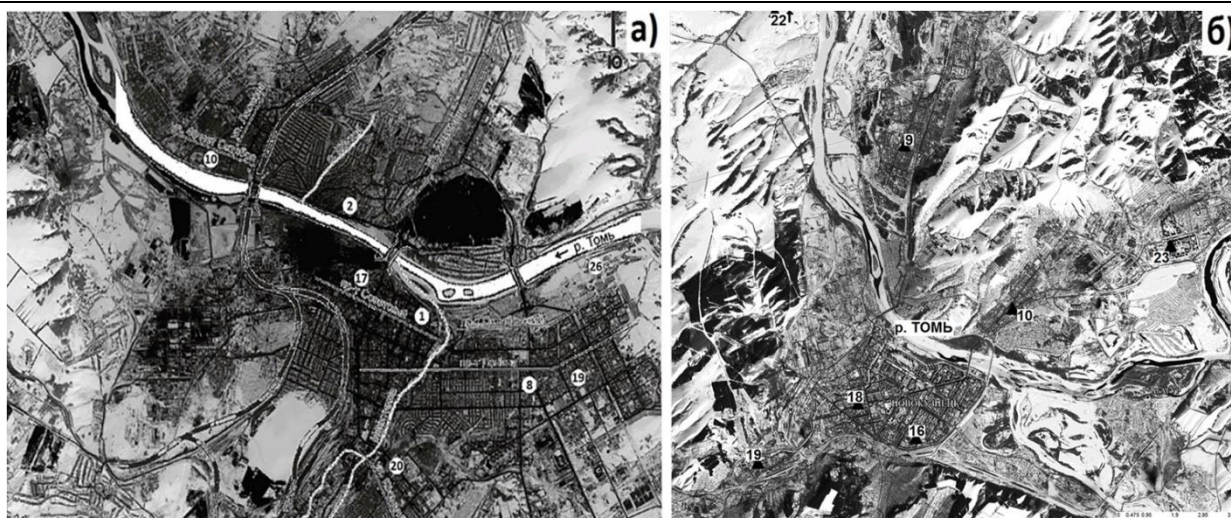


Рис. 1 – Схемы размещения постов контроля атмосферного воздуха на оцифрованных спутниковых снимках г. Кемерово от 26.03.2006 г. (а) и г. Новокузнецка от 5.02.2015 г. (б)

Результаты лабораторных исследований твёрдого осадка в пробах снеготалой воды приведены в таблицах 1, 2. Согласно данным табл. 1, 2 и рис. 1 значения рассматриваемых параметров загрязнения от поста к посту меняются вполне согласованно в значительных диапазонах изменения концентрации осадков в снеге и тональности территорий городов на спутниковых снимках.

Таблица 1 – Концентрация твёрдого осадка (г/л) в пробах снеготалой воды, взвешенных веществ ($\text{мг}/\text{м}^3$) в атмосферном воздухе (2010/11 г.), оттенки серого цвета снежного покрова на ПНЗ г. Кемерово (космоснимок от 26.03.2006 г.)

№ поста	Осадок пыли, г/л	Взвешенные вещества, $\text{мг}/\text{м}^3$	Оттенок серого цвета
1	0,097	0,034	127
2	0,135	0,025	159
8	0,095	0,03	119
10	0,112	0,059	95
17	0,144	0,05	71
19	0,029	0,141	95
20	0,068	0,043	55
26	0,043	0,034	159

Таблица 2 – Концентрации твёрдого осадка (г/л) в пробах снеготалой воды, взвешенных веществ ($\text{мг}/\text{м}^3$) в атмосферном воздухе (2010/11 г.), оттенки серого цвета снежного покрова на ПНЗ г. Новокузнецка (космоснимок от 5.02.2015 г.)

№ поста	Осадок пыли, г/л	Взвешенные вещества, $\text{мг}/\text{м}^3$	Оттенок серого цвета
9	0,46	0,103	88
10	0,68	0,18	138
16	0,6	0,178	107
18	0,83	0,196	98
19	0,3	0,156	50
22	0,048	0,149	10
23	0,38	0,174	47

2. Анализ спутниковых снимков

В работе использовались снимки ИСЗ, полученные в панхроматическом диапазоне (Landsat, digitalglobe.com). В результате обработки снимка г. Кемерово от 26 марта 2006 г., заключающейся в дискретизации шкалы оттенков серого цвета, было получено оцифрованное изображение городских территорий (рис. 1а). Аналогичная процедура была выполнена со спутниковым снимком г. Новокузнецка от 5.02.2015 г. (рис. 1б).

Это позволило выделить ореолы пылевых выпадений примесей от основных очагов загрязнения города (коксохимические и металлургические заводы, ТЭЦ, крупные автомагистрали). Из рис. 1 вытекает, что преобладающий вынос примесей происходит в направлениях на север и северо-восток от источников атмосферных выбросов взвешенных веществ.

Детальный анализ данных измерений, приведённых в табл. 1, 2 и на рис. 1 – 3, показывает, что значения рассматриваемых параметров загрязнения от поста к посту меняются закономерно в значительных диапазонах изменения концентрации осадков в снеге и тональности территорий городов на спутниковых снимках. Например, для г. Новокузнецка сравнение фрагментов снимка, с находящимися на них постами №№ 10, 16, 18 и относящихся к промышленным зонам города, с фрагментом снимка периферийного района города (пост № 22) показывает значительную контрастность в оттенках серого цвета. Аналогичная ситуация имеет место при сравнении концентраций осадков в пробах снега на рассматриваемых постах.

3. Результаты и обсуждение

Численная обработка результатов наземных и спутниковых исследований загрязнения снежного покрова гг. Кемерово и Новокузнецка проводилась в рамках линейного корреляционного анализа. На рис. 4 представлены корреляционные зависимости между осадком пыли в пробах снега и тонами серого цвета на спутниковом снимке для зимних сезонов 2008-2011 гг. на ПНЗ г. Кемерово. По вертикальной оси представлена интенсивность тона, по горизонтальной оси концентрация осадка (г/л) в

пробе снеготалой воды. Измеренные значения тона и концентраций на постах указаны квадратиками.

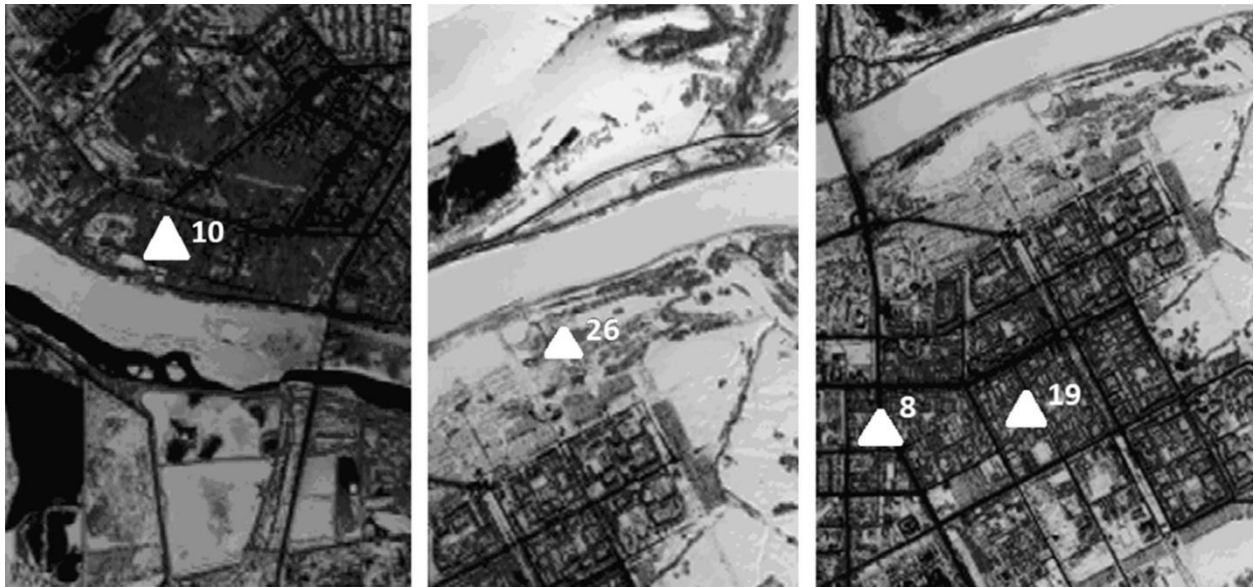


Рис. 2 – Фрагменты оцифрованного космоснимка г. Кемерово от 26.03.2006 г. в окрестностях постов 10, 26, 8, 19



Рис. 3 – Фрагменты оцифрованного космоснимка г. Новокузнецка от 5.02.2015 г. в окрестностях постов № 9, 23, 18, 16

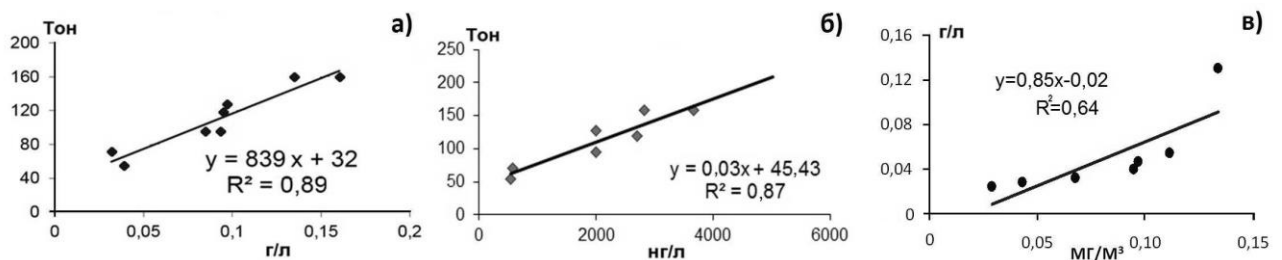


Рис. 4 – Линейно-корреляционные зависимости между оттенками серого цвета на космоснимке г. Кемерово от 26.03.2006 г. и твёрдыми осадками в пробах снега (а), суммы ПАУ (б), осадками и взвешенными веществами в атмосфере (мг/м³) в окрестностях ПНЗ г. Кемерово (в) для зимнего сезона 2010-2011 гг.

Максимальные значения тона и осадка в снеге достигаются для ПНЗ № 1, 2, 17, минимальное – для ПНЗ № 19, 26. Следует отметить, что ПНЗ № 1 расположен в центре города. Пост № 2 находится сравнительно не далеко от коксохимического завода и на направлении преобладающего от него сноса

загрязняющих примесей через р. Томь. Отметим также, что пересечение всех трёх линий регрессий на рис. 4 происходит несколько выше начала координат. Этот факт может означать, что сравнительно небольшая по массе часть мелкодисперсных фракций пыли при топчении снеговых проб перешла в растворённое состояние или не зафиксировалась в снежном покрове. В целом, уровень согласия измеренных концентраций осадка в снеготалой воде с данными тональности цвета на спутниковом снимке вполне удовлетворительный.

На рис. 5а представлена линейная корреляционная связь между осадком пыли в пробах снега и тонами серого цвета на спутниковом снимке для зимнего сезона 2013/14 г. на ПНЗ г. Новокузнецка. На рис. 5б приведена корреляционная связь между осадком пыли в пробах снега и взвешенными веществами, измеренными на ПНЗ в атмосферном воздухе города.

Максимальные значения тона и осадка в снеге достигаются для ПНЗ №№ 10, 16, 18, минимальное – для ПНЗ № 22. Из анализа рис. 5а и 5б вытекает, что уровень согласия между сравниваемыми величинами достаточно высокий.

Полученные результаты указывают на возможность создания параллельных систем наземного и дистанционного мониторинга и пересчета данных спутниковых наблюдений на загрязнение снежного покрова и соответственно состояния атмосферного воздуха в рассматриваемых городах.

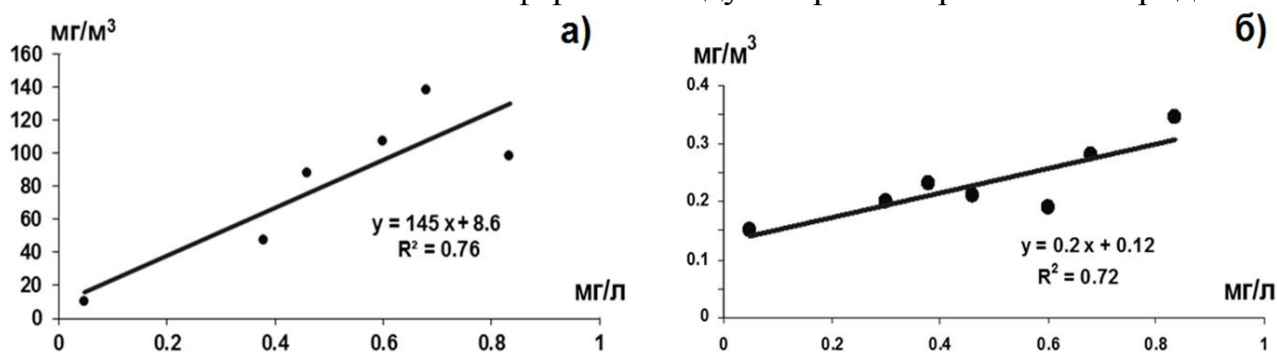


Рис. 5 – Линейно-корреляционные зависимости между осадками в (г/л) в пробах снега и оттенками серого цвета на космоснимке (а), осадками и взвешенными веществами в атмосфере (мг/м³) в окрестностях ПНЗ г. Новокузнецка (б)

Заключение

На примере гг. Кемерово и Новокузнецка показано существование линейных корреляционных связей между содержаниями осадков в пробах

снега и тональностями серого цвета на зимних спутниковых снимках территорий этих городов. Для рассмотренных зимних сезонов существует определённая стабильность размещения и функционирования основных источников выбросов взвешенных веществ в атмосферу городов. Проведённое исследование показало возможность создания взаимно дополнительных систем мониторинга и получения на их основе более детальной пространственной оценки состояния длительного загрязнения снежного покрова города. Использование результатов сопряжённых исследований межсредового загрязнения атмосферного воздуха и снежного покрова на постах Росгидромета гг. Кемерово и Новокузнецка позволит проводить оценки содержания в атмосфере взвешенных веществ, сажи, бенз(а)пирена по спутниковым снимкам и соответственно определять ингаляционные риски здоровью городского населения.

Работа выполнена при поддержке Программы РАН № 18.

Литература

1. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 199 с.
2. Василевич М.И., Шапов В.М., Василевич Р.С. Применение спутниковых методов исследования при оценке загрязнения снежного покрова вокруг промышленных предприятий в тундровой зоне // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2015. – Т. 12. – № 2. – С. 50-60.
3. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л: Гидрометеоиздат, 1985. – 182 с.
4. Журавлёва Н.В., Потокина Р.Р., Исмагилов З.Р., Хабибулина Е.Р. Загрязнение снегового покрова полициклическими ароматическими углеводородами и токсичными элементами на примере г. Новокузнецка // Химия в интересах устойчивого развития. – 2014. – Т. 22. – № 5. – С. 445-454.
5. Прокачева В.Г., Усачев В.Ф. Снежный покров как индикатор кумулятивного загрязнения в сфере влияния городов и дорог // Метеорология и гидрология. – 2013. – № 3. – С. 94-106.
6. Рапуга В.Ф., Коковкин В.В., Девятова А.Ю. Сравнительная оценка состояния длительного загрязнения атмосферы и снегового покрова г. Новосибирска на сети стационарных постов Гидрометеослужбы // Оптика атмосферы и океана. – 2010. – Т. 23. – № 6. – С. 499–504.
7. Ярославцева Т.В., Рапуга В.Ф. Закономерности длительного загрязнения атмосферы и снежного покрова г. Новосибирска // Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология: сб. материалов Междунар. науч. конф. В 2 т. – Новосибирск: СГУГиТ, 2015. – Т. 1. – С. 28-33.

Секция 4

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ РЯДА РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Архипов И.А., Робертус Ю.В.

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

e-mail: arhipov@iwep.ru

Аннотация. Произведен сравнительный анализ содержания элементов-токсикантов в объектах окружающей природной среды. Установлено, что отвалы руды являются основными носителями загрязняющих веществ, в связи с чем основные природоохранные мероприятия должны быть направлены на снижение их эмиссии в окружающую среду.

Ключевые слова: месторождение, экологический мониторинг, природные среды, тяжелые металлы, оценка экологического состояния.

REVIEW OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON ENVIRONMENT OF REGIONS IN REPUBLIC OF ALTAI

Arkipov I. A., Robertus Yu. V.

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

e-mail: arhipov@iwep.ru

Abstract. Comparative analysis of the content of toxicant elements in natural environment is carried out. It is found that dumping ore are the main carriers of contaminants. Therefore, the key conservation actions should be focused on reducing their environmental emissions.

Keywords: natural deposit, environmental monitoring, natural environment, heavy metals, environmental assessment

Введение. Возрастающие масштабы антропогенной деятельности обуславливают необходимость учета и прогнозирования изменений в окружающей среде, оценки возможностей сбалансированного развития экосистем, и почва, в значительной мере определяет ресурсный потенциал биосферы. Сегодня последствия ухудшения состояния почв уже выражаются в целом ряде региональных и местных экологических проблем, связанных с состоянием атмосферы, гидросферы, биоразнообразия и здоровья людей. В настоящей статье показаны результаты оценки воздействия на окружающую среду со стороны нескольких горнодобывающих и горноперерабатывающих предприятий Республики Алтай в числе которых: рудник "Веселый" – золотодобывающее предприятие, находящееся в пределах Северо-восточного Алтая; Калгутинский рудник – мелкое горнодобывающее предприятия, отрабатывающее в последние годы подземным способом одноименное редкометалльное месторождение на северо-востоке плоскогорья Укок в Кош-Агачском районе Республики Алтай; Акташское месторождение и АГМП

находятся вне населенной местности на территории Улаганского района Республики Алтай, на юго-западном макросклоне Курайского хребта. Промышленная зона расположена на высотах 2150-2200 м в верховье р. Ярлыамры (левый приток р. Чибитка, бассейн р. Чуя, Юго-Восточный Алтай), в 10 км восточнее пос. Акташ, территория месторождения полиметаллических руд «Каракуль», расположенная в Юго-Восточном Алтае.

Целью данного исследования была прогнозная оценка экологического состояния окружающей среды в районах природных геохимических аномалий, выявление тенденций в изменении этого состояния и разработка рекомендаций по снижению загрязнения объектов окружающей природной среды.

Задачи:

- проведение наблюдений с определенным пространственно-временным разрешением за концентрациями экотоксикантов в объектах окружающей среды на площади влияния геохимических аномалий;
- прогнозная оценка экологического состояния природной среды, выявление тенденций ее изменения, разработка рекомендаций по снижению загрязнения объектов окружающей среды;

Объекты и методы: Объектами мониторинга в районе исследований были: поверхностные воды, почвы, техноземы и растения.

Пробы природных и техногенных вод отбирали в полиэтиленовую посуду. Содержание растворённой формы ртути в пробах воды определяли в соответствии с методом EPA 1631 на ртутном анализаторе АГП (с предварительным окислением проб BrCl). Микроэлементы в водах определяли на атомно-адсорбционном анализаторе Solaar-6 в Аналитическом Центре ИВЭП СО РАН.

Пробы почв отбирали из полнопрофильных разрезов по генетическим горизонтам либо в виде шурфов сечением 10X10 см с глубиной 0-10 см. Неглубокие шурфы (0-10 см) закладывали непосредственно в штольнях (шт 4, шт 9), вблизи объектов инфраструктуры завода, и на условно-фоновых участках, не затронутых разработками. В дальнейшем пробы почв

высушивали до воздушно-сухого состояния, измельчали и просеивали через сито с диаметром 1 мм. Пробы почв на содержание ртути проанализированы в ОИГГ СО РАН (г. Новосибирск) и Аналитическом Центре АлтГУ.

Результаты и их обсуждение. Известно, что химический состав технологических растворов (вод) зависит от ряда факторов – вещественного состава перерабатываемых руд (отходов) и исходной воды, спектра и концентрации применяемых реагентов, от состава и количества выпадающих атмосферных осадков, а также от характера протекающих химических реакций. Все эти факторы в дальнейшем в разной степени определяют токсичность и химический состав сточных вод вышеотмеченных предприятий, изученных на 31 пробе. К числу макрокомпонентов сточных вод, содержание которых превышает эколого-гигиенические нормативы, относятся азотистые соединения, в меньшей степени, сульфаты, хлориды, а также значения общей минерализации, окисляемости и рН вод (табл. 1).

Таблица 1 –Химический состав сточных вод горнодобывающих (перерабатывающих) предприятий РА [1]

Параметры	Ca ²⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	ОМ	ХПК	рН
ОАО "Рудник "Веселый" (стоки золотоизвлекательной фабрики, n=10)											
сред., мг/дм ³	25.3	17.8	0.16	97.8	24.4	11.6	0.24	6.3	189.0	2.6	7.6
max, мг/дм ³	30.9	32.1	0.84	140.3	35.5	16.1	0.69	11.9	210.7	5.0	8.2
V, %	15.8	40.6	163.2	28.2	20.2	19.2	81.0	46.7	9.7	56.6	4.4
ООО "Калгутинское"(технологические воды обогатительной фабрики, n=9)											
сред., мг/дм ³	14.6	15.8	3.96	13.6	65.1	5.7	0.44	4.3	125.0	7.0	5.7
max, мг/дм ³	39.6	48.4	9.36	42.7	135.2	7.6	1.30	13.0	235.5	14.4	7.2
V, %	47.2	108.1	55.6	150.3	36.7	50.4	132.9	43.4	32.8	47.6	19.4
ОАО "Акташское ГМП" (технологические воды ртутного завода, n=2)											
сред., мг/дм ³	47.8	48.6	0.08	59.5	110.7	52.9	0.04	1.6	324.7	4.9	9.4
max, мг/дм ³	49.5	96.9	0.13	79.3	127.2	98.3	0.07	2.5	452.5	8.4	10.8
V, %	5.0	140.6	95.8	47.1	21.0	121.5	108.4	86.3	55.7	102.0	21.7

Примечание: курсивом выделены концентрации более 1 ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов

Кроме тяжелых металлов, в жидких отходах рудника, транслируемых в природные (поверхностные и грунтовые) воды, присутствует в превышающих ПДК концентрациях комплекс других специфических загрязнителей технологии обогащения руд – азотистые и органические

соединения (табл. 1). Анализ вклада специфических загрязнителей в токсичность технологических вод указывает на преобладающую роль тяжелых металлов (ТМ) в ее формировании.

Данные о содержании в стоках предприятий тяжелых металлов (ТМ) позволяют сделать вывод как об их прямой связи с исходным содержанием в перерабатываемых рудах, так и о заметном превышении концентраций большинства изученных ТМ (в десятки-тысячи раз) действующих ПДК (табл. 2) и их содержания в используемых водах [2, 3].

Таблица 2 – Среднее содержание (мг/дм³) тяжелых металлов в стоках горнодобывающих предприятий РА

Объекты		Fe	Cu	Zn	Hg	Pb	Li	Sb	W	Mo	Be
Рудник "Веселый"	Сток ЗИФ	0,8	0,066	0,007	0,0002	0,0012	–	–	–	–	–
Рудник "Калгуты"	Сток фабрики	1,2	3,8	0,23	0,0003	0,025	0,015	0,008	0,11	3,26	0,003
	Сток отстойника	6,6	3,8	0,17	0,036	0,017	0,07	0,015	0,08	1,25	0,003
АГМП (технологическая вода)		–	0,003	0,08	7,08	0,01	–	0,024	–	–	–

Примечание: курсивом выделено содержание более 30 ПДК, прочерки означают отсутствие данных

Таблица 3 – Содержание растворимых форм микроэлементов (мг/дм³) в водах района месторождения «Каракуль»

Элементы	Безымянный ручей	Оз. Каракуль	Р. Курумту верхний створ	Р. Курумту нижний створ	Р. Бар-Бургазы переправа
Be	<0,00002	<0,00002	<0,00004	<0,00003	<0,00002
Co	0,09±0,01	0,16±0,02	0,19±0,03	0,10±0,01	0,09±0,01
Cu	0,01±0,002	0,008±0,003	0,01±0,002	0,01±0,002	0,006±0,002
Mo	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
As	0,001±0,0004	0,0006±0,0004	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Sn	0,003±0,001	0,001±0,0005	0,002±0,001	0,0006±0,0003	0,0006±0,0003
Pb	0,01±0,003	0,008±0,003	0,003±0,001	0,007±0,002	0,005±0,002
Ag	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005
Zn	0,17±0,03	0,09±0,03	0,03±0,009	0,13±0,03	0,02±0,002

Загрязняющие вещества, присутствующие в сточных водах горнодобывающих предприятий Республики Алтай, представлены тремя основными группами. Из них наибольшую экологическую опасность для объектов окружающей среды представляют тяжелые металлы и, в меньшей степени, применяемые химические реагенты, нефтепродукты, фенолы и др. Загрязнение стоков макрокомпонентами общего состава в целом

незначительное.

Сточные воды изученных предприятий являются в разной степени потенциально опасными для окружающей среды, в том числе для биоты. Загрязняющие вещества, поступающие из отходов обогащения руд, в той или иной степени участвуют в трофических цепях питания гидробионтов, в частности, ихтиофауны.

Анализ вклада специфических загрязнителей сточных вод в их биотоксичность указывает на превалирующую роль тяжелых металлов. Так, максимальные значения $K_p=501187$ отмечены для "насыщенных" ТМ стоков Калгутинского рудника, а минимальные ($K_p=1.5-6.8$) – для стоков ЗИФ рудника "Веселый" [4].

Таблица 4 – Среднее содержание ТМ в воде, донных осадках, флоре и фауне водоемов в районе рудника «Веселый», мг/кг

Место обитания	объект	Zn	Cu	Pb	Hg
Т.3 Отстойник	Вода (мг/дм ³)	0,0614	0,0276	0,0023	0,05
Т.3 Отстойник	донные отложения	110	450	80	0,98
Т.3 Отстойник	растения	15	105	1,4	0,029
Т.3 Отстойник	рыба	110	11	< 1	0,01
Т.4 р. Синюха Мост	Вода (мг/дм ³)	0,0526	0,0189	0,0007	0,04
Т.4 р. Синюха Мост	донные отложения	90	150	50	0,2
Т.4 р. Синюха Мост	бентос	23	20	<0,05	0,025
Т.4 р. Синюха Мост	рыба	53	1,3	<0,05	0,014
Т. 6 р. Сейка (ниже с. Сейка)	вода	0,0313	0,0024	0,0008	0,05
Т. 6 р. Сейка (ниже с. Сейка)	донные отложения	70	150	15	0,32
Т. 6 р. Сейка (ниже с. Сейка)	рыба	63	11	< 1	0,001
Т.7 Ынырга ср. теч.	Вода (мг/дм ³)	0,0333	0,0305	0,0038	0,03
Т.7 Ынырга ср. теч.	бентос	38	11	0,62	0,015
Т.7 Ынырга ср. теч.	рыба	70	2,0	0,36	0,02
Т.7 Ынырга ср. теч.	растения	13	13	1,0	0,012
Т.8 Ынырга устье	Вода (мг/дм ³)	0,0575	0,0144	0,0079	0,12
Т.8 Ынырга устье	донные отложения	45	21	13	0,32
Т.8 Ынырга устье	бентос	10	4,5	0,25	0,008
Т.8 Ынырга устье	Растения	10	5,0	0,73	0,005
ПДК, мг/кг для свежей пресноводной рыбы		40	10	1	0,5

Почвенный покров был детально изучен в верховье р. Ярлыамры (АГМП), представлен горно-тундровыми скелетными почвами, ниже сменяется горно-луговыми и на отметках менее 2000 м - каштановыми почвами. В лесном поясе преобладают горно-лесные черноземовидные и горно-лесные бурые карбонатные почвы, образующие мозаичное строение почвенного покрова. В таблице 3 представлены данные по содержанию

валовых форм ртути в почвах, техноземах и растениях района исследований.

Основным фактором влияния АГМП на экологическое состояние объектов окружающей среды является воздействие отвалов некондиционных руд и пустых пород (5 млн. т.), содержащих высокие концентрации комплекса тяжелых металлов 1-3 классов токсичности (Hg, As, Sb, Zn, Cu и др.).

Изучение почвенного покрова было проведено на 19 точках. Техноземы отобраны в штольнях, почвы – на условно фоновых участках, расположенных вблизи штолен, а также выше и ниже рудного поля. В районе месторождения была заложена катена (точки К 1 - К 5), включающая 5 полнопрофильных почвенных разрезов (от примитивных горно-тундровых до горно-лесных и каштановых почв), располагающихся в 4 высотных поясах – горно-тундровом, горно-луговом субальпийском, горно-лесном и сухостепном. Катена заложена на однородной геологической основе, высшая точка взята на высоте 2700 м., низшая - в прирусловой части р. Ярлыамры.

Основным фактором влияния АГМП на экологическое состояние объектов окружающей среды является воздействие отвалов некондиционных руд и пустых пород (5 млн. т.), содержащих высокие концентрации комплекса тяжелых металлов 1-3 классов токсичности (Hg, As, Sb, Zn, Cu и др.).

Таблица 5 – Концентрации ртути в почвах и растениях Акташского ртутного месторождения (мг/кг) [4]

Точка отбора	Hg Почва	Hg Растения	Точка отбора	Hg Почва	Hg Растения	Точка отбора	Hg Почва	Hg Растения
К-1	1	0,195	К-5	7,2	0,100	ШТ-4	9,1	0,160
К-1	1,4		К-5	61		ШТ-4	10	
К-2	0,8	0,152	К-5	0,48		ШТ-4	0,75	
К-2	7,2		К-5	13	ШТ-9	212	5,422	
К-2	0,69		ТО-12	11	0,279	ШТ-9		330
К-3	3,8	0,484	ТО-13	88	0,115	ШТ-14	15	0,092
К-3	1,3		ТО-13	91		ШТ-30	62	0,139
К-3	2,2		ТО-13	22		ШТ-36	4,5	0,116
К-4	2,7	0,035	ТО-14	44	0,086	ШТ-21	0,57	0,050
К-4	1		ТО-16	43		0,094	ШТ-27	9,1
ШТ-25	2,6	0,044	ШТ 34	1,2	0,130	ШТ-41	1,5	0,042

Исходя из данных таблицы 6 можно сделать следующий вывод: значительное превышение ПДК почв (2,1 мг/кг) характерно лишь для некоторых почвенных проб, отобранных в местах хранения и

несанкционированного сброса ртути содержащих отходов, при том, что в целом по территории месторождения значительных колебаний концентрации ртути или отклонений от местного фона, характерного для рудных месторождений нет.

Откартированные на площади Лицензионного Участка Каракульского месторождения (по полученным ИВЭП данным) литохимические аномалии ряда ТМ, профилирующих для руд месторождения (кобальт, медь, висмут, свинец и др.), оконтурили одну и ту же площадку в центральной части ЛУ, отвечающую Западной рудной зоне месторождения. Проявленные на площади ЛУ особенности пространственного распределения ТМ и характер их корреляционных связей свидетельствуют о наличии по крайней мере трех ассоциаций рудных и сопутствующих им ТМ, одна из которых представлена свинцом и цинком, вторая – висмутом, мышьяком, медью и кобальтом, а третья всеми вышеотмеченными элементами. Анализ геохимических особенностей рудовмещающих отложений и полиметаллических руд месторождения позволяет предполагать, что первая ассоциация ТМ характерна для вмещающих пород, вторая – для наложенного оруденения.

Таблица 6 – Оценка аномальности распределения ТМ в почвах на площади Каракульского ЛУ

Параметры	Ag	Bi	Pb	Cu	Co	Ni	Zn	As	Be
Местный фон	0.1	< 0.5	25	23	9	40	170	4	1.5
\bar{X} , мг/кг	0.43	43	239	86	29	48	312	341	2.4
\bar{X} , ед. фона	4.3	> 100	9.6	3.7	3.2	1.2	1.8	85.2	1.6
C_{amin}	0.32	3	55	55	14	49	238	8.6	1.9
C_{amax}	0.6	6.8	84	91	20	58	322	14	2.2
C_a (АГЭ, 1987)	2	2	70	–	30	–	–	–	–
C_a (ИВЭП, 2008)	0.4	2	80	60	20	50	300	20	–
C_{max} , мг/кг	1.65	700	1320	476	202	85	630	6060	6.2
C_{max} , ед. ПДК	–	–	13.2	4.8	4.0	1.7	2.1	303	0.6
\bar{X} , ед. ПДК	–	–	2.4	0.9	0.6	1.0	1.0	17.0	0.2

Примечание: Жирный шрифт – содержание ≥ 1 ПДК (фона), светлый тон ≥ 3 ПДК (фона), темный – ≥ 10 ПДК (фона)

На основании проведенного расчета и особенностей пространственного распределения микроэлементов был произведен подсчет потенциальной токсичности рудного месторождения. Имея уточненные экотоксикологические показатели элементов - Тл для объектов

геологической среды и геохимический показатель K_k , устанавливается экогеохимическое значение любого объекта, для которого известен химический состав (по методике Голева Р.В, В.В. Иванов, 2001). Этот прием был использован нами для экспресс-оценки потенциальной токсичности Каракульского месторождения.

$$ГЭр = \sum (Тл \times K_k)_{1 + \dots + n}$$

Где: ГЭр - потенциальная токсичность месторождения

Тл – Коэффициент литотоксичности элемента

K_k – Кларк концентрации элемента

n – количество исследованных химических элементов.

В результате подсчета получили величину $ГЭр = 1815$, что соответствует $n^3 - n^4$ и относится к объектам с высокой потенциальной опасностью (по ранжированию Иванова В.В).

Концентрации изученных элементов в пределах выделенных вторичных геохимических аномалий заметно превышают ПДК почв.

Заключение. Концентрации изученных элементов в пределах выделенных вторичных геохимических аномалий заметно превышают ПДК почв. В связи с неполнотой имеющихся фактических данных, формах содержания микроэлементов, а также об особенностях их распространения в ведущих депонирующих средах, данные оценки должны рассматриваться как предварительные. Недостаточность статистического материала не позволяет в настоящее время основательно рассчитать все показатели токсичности месторождения. Представляется необходимым разработка природоохранных мероприятий, как предотвращающих экологический ущерб, так и реабилитационных.

Хранилища отходов обогащения руд на Калгутинском руднике и на руднике "Веселый" относятся ко II категории – умеренно опасных в экологическом отношении объектов размещения отходов, а металлургических шлаков Акташского ГМП к I категории опасных объектов. Основным интегральным показателем, снижающим экологическую безопасность всех объектов размещения отходов на территории республики, является низкая степень их инженерно-технического обустройства.

Литература

1. Робертус Ю.В., Любимов Р.В., Сакладов А.С. Предварительная оценка опасности отходов горнодобывающих предприятий и объектов их размещения на территории Республики Алтай // Бюлл. "Природные ресурсы Горного Алтая". – 2005. – № 2. – С. 135-138.
2. Робертус Ю.В. Результаты работ по мониторингу окружающей среды в районе промзоны АГМП и пос. Акташ. – Горно-Алтайск: ОФ АРИ "Экология", 2005.
3. Кивацкая А.В. Особенности состава сточных вод при кучном выщелачивании золота (на примере Горного Алтая) // Труды Седьмого Международного симпозиума им. академика М.А. Усова "Проблемы геологии и освоения недр" – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – С. 633-635.
4. Архипов И.А, Пузанов А.В.; Сакладов А.С.; Робертус Ю.В. Акташское ртутное месторождение и промзона АГМП (Юго-восточный Алтай) как источник поступления ртути и сопутствующих элементов объекты окружающей природной среды // Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде: Мат. IV Международной научно-практ. конф. – Семипалатинск, 2006. – С. 122-128.

УЧЕТ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Беляев С. Д.

ФГБУ Российский НИИ комплексного использования и охраны водных ресурсов,

г. Екатеринбург, Россия

e-mail: belyaev@wrm.ru

Аннотация. Отсутствие регламентированного способа учета пространственной дифференциации природных условий формирования качества воды снижает эффективность водоохранных мероприятий. В докладе излагается методология установления целевых показателей качества воды и определения приоритетов водоохранной деятельности в масштабах речного бассейна с учетом пространственной дифференциации природной среды и антропогенных факторов. Приводятся примеры использования предложенных подходов в бассейне р. Обь.

Ключевые слова: качество воды, учет природных условий, целевые показатели, водоохранное планирование.

DEVELOPMENT OF THE BASIN WATER-PROTECTION PLAN WITH REGARD OF SPATIAL DIFFERENTIATION OF THE NATURAL CONDITIONS

Belyaev S. D.

Russian Research Institute for Integrated Water Management and Protection,

Yekaterinburg, Russia

e-mail: belyaev@wrm.ru

Abstract. One of the reason for low effectiveness of water-protection activities in Russia is the absence of the approved instrument, which allows to take into account the spatial differentiation of natural conditions within the goal setting process. The report outlines the methodology and algorithms of establishing the water-quality targets and prioritizing the water protection measures on a basinwide basis with regard of the spatial differentiation of natural and anthropogenic factors.

Keywords: water quality, natural conditions, target, water-protection planning.

Анализ проблем оценки качества воды поверхностных водных объектов (ВО), действующих механизмов регулирования антропогенных воздействий на ВО, подходов к определению целей и приоритетов водоохранной деятельности в речном бассейне позволяет сделать следующие выводы:

- используемые на практике инструменты оценки качества воды ВО (рыбохозяйственные ПДК_{рх}, УКИЗВ и т.п.), не учитывающие разнообразия природных факторов, не отвечают современным научным представлениям о формировании качества поверхностных вод и требованиям действующего законодательства, что снижает обоснованность и эффективность планов водоохранных мероприятий;

- наиболее подходящим инструментом для учета пространственной дифференциации природной среды при долгосрочном государственном

планировании водоохранной деятельности в российских условиях являются целевые показатели качества воды (ЦП), узаконенные в Водном кодексе РФ;

- отсутствие единой методологической базы и утвержденных процедур (алгоритмов) установления ЦП и приоритетов водоохранной деятельности привело к существенной разнородности и недостаточной обоснованности подходов к решению этих задач в рамках Схем комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО);

- разработка методологии долгосрочного планирования водоохранных мероприятий в речном бассейне, а также основанных на ней алгоритмов определения целей и приоритетов водоохранной деятельности, пригодных для применения в практике государственного планирования, является актуальной научной задачей, имеющей большое практическое значение.

Проведенный анализ научно-методических источников, материалов разработанных СКИОВО и собственный опыт позволяет сформулировать основные принципы, на которых должна базироваться методология долгосрочного водоохранного планирования в масштабах крупных речных бассейнов:

- применимость: полная готовность к применению в рамках действующих нормативно-правовых, организационных и экономических условий;

- универсальность: возможность применения на всех крупных речных бассейнах России на основе имеющейся информации (опора на данные Государственной сети наблюдений за уровнем загрязнения поверхностных вод – ГСН);

- специфичность: учет природных и антропогенных условий формирования качества воды по участкам речного бассейна;

- объективность: выбор тех проблем загрязнения ВО, обусловленность которых антропогенным воздействием подтверждается имеющимися данными наблюдений;

- бассейновая эффективность: выбор тех источников антропогенного воздействия, водоохранные мероприятия на которых могут иметь бассейновый (не только в непосредственной близости от источника) эффект;
- реалистичность: выбор водоохранных задач, которые можно решить, воздействуя на управляемые источники поступления загрязняющих веществ ЗВ¹;
- гибкость: возможность уточнения всех параметров в рамках цикла – определение целей и приоритетов \Rightarrow реализация комплекса мероприятий \Rightarrow оценка результатов и анализ вновь накопленной информации \Rightarrow уточнение целей и приоритетов и т.д.

Размеры объекта управления (речного бассейна, подбассейна) определяют приемлемый масштаб обобщений. С учетом действующей системы гидрографического районирования в общем случае будем считать минимальной единицей управления водохозяйственный участок (ВХУ). При оценке антропогенных воздействий будем исходить из анализа их последствий не на локальном уровне, а в масштабах ВХУ, с опорой на ГСН.

Речной бассейн (например, бассейн Оби, Волги) может включать в себя ряд физико-географических зон, иметь разнообразную почвенную, геоботаническую, геоморфологическую, литологическую структуры, которые определяют особенности процессов формирования качества воды, как в естественных условиях, так и в условиях антропогенного воздействия. Разнообразие и сходство этих процессов диктует необходимость деления речного бассейна на участки, названные нами расчетными (РУ).

Общие закономерности пространственной дифференциации геохимических ландшафтов позволяют предложить начальное деление бассейна на РУ по границам физико-географических зон (областей). Необходимость дальнейшего членения может быть обусловлена различием существенных природных геохимических факторов (например, различиями

¹ Под ЗВ будем понимать любой физико-химический показатель качества воды в ВО. Под концентрацией будем понимать характеристику, соответствующую ЗВ.

характеристик миграционно-аккумуляционных процессов). Учитывая цели зонирования бассейна, границы РУ следует проводить по водоразделам или водотокам, совмещая, по возможности, с близлежащими границами ВХУ. Следует также учитывать расположение источников загрязнения поверхностных вод: нет необходимости в подробном учете пространственной дифференциации на участках бассейна, не имеющих управляемых источников поступления ЗВ в ВО.

Ещё один фактор, который следует учитывать при выделении РУ – наличие информации для оценки качества воды. Основная цель зонирования бассейна – установление эталонных характеристик качества воды для всех ВО на РУ, которые можно взять за основу при оценке состояния ВО и степени их антропогенной измененности. По этой причине, наличие на РУ пункта контроля качества воды, находящегося вне зон интенсивного антропогенного воздействия (эталонного ПКК), имеющего представительные ряды наблюдений, является одним из условий, определяющих границы РУ.

Итак, для учета природных и антропогенных факторов при долгосрочном планировании водоохранной деятельности в бассейне реки предлагается разбиение водосборной площади на РУ с учетом по меньшей мере: ландшафтно-геохимических особенностей; расположения основных источников загрязнения; наличия эталонных ПКК с представительными рядами наблюдений за качеством воды.

Следующий этап – установление целей водоохранной деятельности в бассейне реки. Исходя из буквы Закона, можно заключить, что основной целью является достижение нормативов качества окружающей среды. Таких нормативов в применении к поверхностным ВО пока нет, а используемые в их отсутствие ПДК_{рх} не учитывают природных особенностей ВО. Водный кодекс дает возможность применения другого инструмента – ЦП, не раскрывая, правда, содержания этого термина.

ЦП выгодно отличаются от нормативов качества воды тем, что:

- ЦП устанавливаются на определенный срок (срок реализации СКИОВО);

- согласование перечня и значений ЦП производится на бассейновом уровне с привлечением заинтересованных сторон (в рамках СКИОВО, которая согласуется Бассейновым советом и утверждается Бассейновым водным управлением – БВУ);

- предусмотрена возможность корректировки ЦП по мере накопления информации (в рамках регламентной процедуры корректировки СКИОВО).

Термин ЦП в официальных международных документах был впервые использован в [3]. Развитие и адаптация этого термина к российским условиям привели нас к следующему определению: *целевые показатели качества воды поверхностных водных объектов* – значения показателей химического состава и физических свойств воды ВО, на достижение которых направлены водоохранные мероприятия СКИОВО. ЦП устанавливаются для РУ, выделенных по различию природных условий формирования качества поверхностных вод. Значения ЦП рассчитываются в общем случае на основе данных наблюдений за качеством воды на эталонных ПКК, расположенных на РУ.

Очевидно, что ЦП, определенные подобным образом, косвенно учитывают и те антропогенные факторы, которые не могли по тем или иным причинам быть идентифицированы, или управление которыми в настоящий момент не представляется возможным. К подобным факторам можно отнести, например, многолетнее техногенное загрязнение водосборных территорий старопромышленных регионов. При таком определении ЦП не являются ни нормативами качества воды, ни региональным фоном. Это – отраслевые долгосрочные цели, для достижения которых в рамках СКИОВО разрабатывается план бассейновых водоохранных мероприятий. ЦП являются параметрами управления водными ресурсами и водопользованием, которые назначает и контролирует один государственный орган – БВУ. Так

создаются предпосылки к искоренению существующего пересечения полномочий органов управления в рассматриваемой сфере.

Использование ЦП при управлении водопользованием и планировании водоохранной деятельности позволяет (в отличие от ПДК_{рх}) учитывать существующие территориальные особенности формирования химического состава поверхностных вод, что создает предпосылки для обоснованного выбора приоритетных водоохранных мероприятий.

Предлагается следующий общий подход к планированию водоохранных мероприятий в речном бассейне (подбассейне).

1. По результатам анализа источников антропогенного воздействия выбираются эталонные ПКК. Обязательное требование – отсутствие выше ПКК зафиксированных в отчетности по форме 2-ТП (водхоз) выпусков сточных вод в поверхностные ВО. Различаем 3 типа эталонных ПКК по наличию выше них других (кроме выпусков в ВО) источников антропогенного воздействия:

а - нет «выпусков на рельеф» (по форме 2-ТП (водхоз); коды типа приемника 80-83), нет населенных пунктов и сельхозугодий (по карте, спутниковым снимкам);

б - нет «выпусков на рельеф», но есть малые населенные пункты и/или сельхозугодия;

в - есть выпуски на рельеф.

Эталонные ПКК и их тип отмечаются на используемой картографической основе.

2. По сходству/различию природных условий формирования качества воды бассейн разбивается на РУ (см. выше). Проведенные исследования позволяют рекомендовать в качестве основы ландшафтно-геохимическую карту из [4] (рис. 1).

3. На каждом РУ определяются ЦП. Для расчета значений ЦП используются данные многолетних наблюдений по эталонным ПКК. Предпочтительнее использовать данные по эталонным ПКК типа *а*. Способы

расчета ЦП по различным типам эталонных ПКК несколько отличаются. При наличии информации ЦП могут быть рассчитаны с учетом характерных фаз гидрологического режима (сезонов) по алгоритму, сглаживающему неравномерность представления сезонов в ряду наблюдений [1]. Значение ЦП при расчете по эталонным ПКК типа *a* принимается равным верхнему квартилю (Q_3) распределения многолетних значений концентрации соответствующего ЗВ на эталонных ПКК (рис. 2). ЦП будет считаться достигнутым на каком-либо ПКК (не эталонном, «грязном»), если медиана (Me) наблюдаемых значений концентраций ЗВ будет не больше значения ЦП.

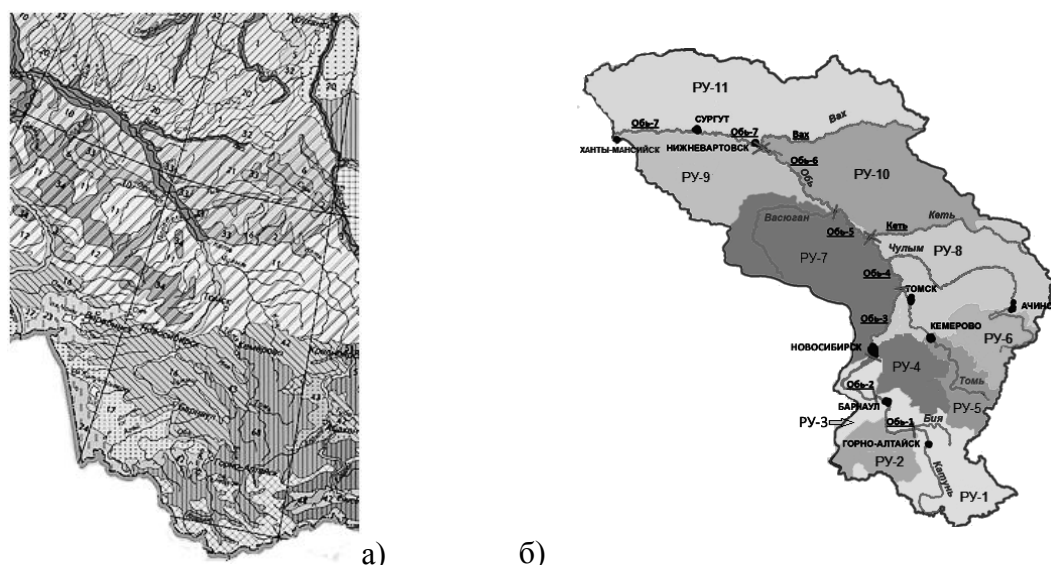


Рис. 1 – Пример выделения расчетных участков для подбассейна Оби (до Иртыша): а) фрагмент ландшафтно-геохимической карты; б) схема расчетных участков; PY-3 – номер расчетного участка.

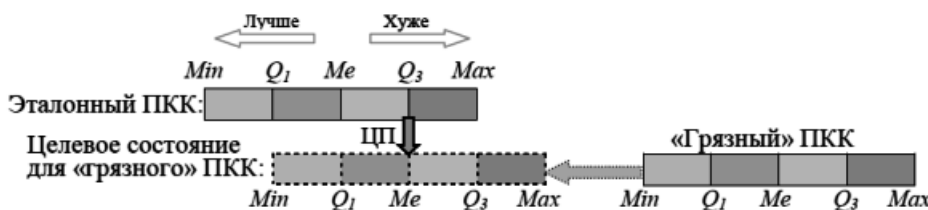


Рис. 2 – Схема установления ЦП по многолетнему ряду значений концентраций ЗВ, наблюдаемых на эталонном створе: ряды наблюдаемых значений концентраций ЗВ представлены в виде прямоугольников; Min – минимальное значение; Q_1 – нижний квартиль; Me – медиана; Q_3 – верхний квартиль; Max – максимальное значение.

Применение непараметрических характеристик распределения случайной величины (таких как медиана и квартили, в отличие от среднего, среднеквадратического отклонения и т.п.) обусловлено тем, что случайные

величины физико-химических показателей качества воды часто не отвечают нормальному закону распределения [2]. С учетом характера исходных данных, а также существующей практики оценки загрязнения ВО удобно представлять значения ЦП в виде кратности превышения ПДК_{рх} с точностью до целых (табл. 1).

Если эталонных ПКК на РУ нет, ЦП принимается равным нижнему квартилю Q_1 многолетнего ряда наблюдений по всем ПКК, расположенным на РУ. Подробное описание алгоритмов расчета значений ЦП и их корректировки можно найти в [1].

4. По каждому ПКК производится уточнение ЦП, исходя из принципа «не ухудшения качества воды».

5. По каждому ПКК устанавливаются приоритетные ЗВ: те ЗВ, концентрации которых превышают значения ЦП. Установление приоритетных ЗВ дает наглядное представление об основных направлениях водоохранной деятельности по участкам бассейна (рис. 3): целью является снижение концентраций приоритетных ЗВ до значений ЦП. Поскольку ПДК_{рх}, при всех недостатках, может считаться некоторой мерой опасности ЗВ для биоты, предлагается сопоставлять наблюдаемые концентрации ЗВ не только с ЦП, но и с ПДК_{рх}.

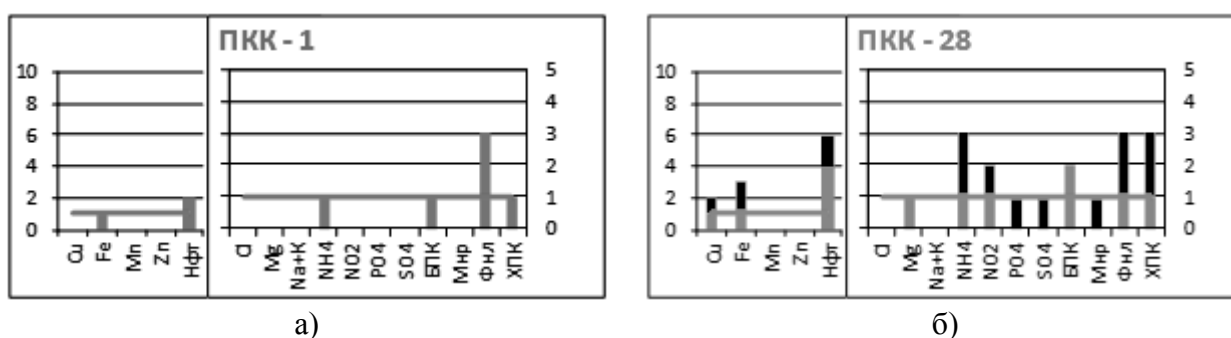


Рис. 3 – Пример приоритетных загрязняющих веществ (концентрации, выраженные кратно ПДК_{рх}): а) р. Кокши (Респ. Алтай); б) р. Барнаулка (в черте г. Барнаул);
 — - ПДК_{рх}; ■ - ЦП; ■ - антропогенное загрязнение.

Установлена следующая *схема приоритетов* (1 – высший приоритет):

1 – $Me > ЦП$ и $Me > ПДК_{рх}$ (медиана наблюдаемых концентраций ЗВ превосходит и значение ЦП, и значение ПДК_{рх});

2 – $Me > ЦП$ и $Me \leq ПДК_{рх}$;

3 – $Me \leq ЦП$ и $Me > ПДК_{рх}$.

6. Последовательно (от истока к замыкающему створу) определяются основные управляемые источники поступления приоритетных ЗВ. Водоохранные мероприятия должны быть направлены в первую очередь на сокращение поступления в ВО ЗВ приоритета 1, затем – 2 и т.д.

Выявление источников поступления приоритетных ЗВ осуществляется на основе расчета масс ЗВ по участкам бассейна между ПКК. Назовем такие участки «контрольными» (КУ). В расчете используются многолетние данные наблюдений за качеством воды и её расходами, данные отчетности 2-ТП (водхоз), а также данные по выносу ЗВ с селитебных территорий, сельскохозяйственных угодий и животноводческих комплексов.

Предлагается следующий порядок выявления источников поступления приоритетного ЗВ.

- Определяется суммарная годовая масса ЗВ, поступившая в поверхностные ВО от учтенных точечных (по данным 2-ТП (водхоз)) и рассредоточенных (по данным исследований, или расчетным) источников на КУ.

- Рассчитывается годовой расход массы ЗВ через ПКК, замыкающий КУ, как медиана произведений концентраций на расходы воды (по данным многолетних наблюдений).

- Определяется доля массы ЗВ, поступившая из учтенных источников, от расходов массы ЗВ через замыкающий ПКК. Если эта доля более 1%, то мероприятиям по снижению поступления ЗВ придается приоритет, установленный для этого ЗВ. Такая высокая «чувствительность» (1%) установлена с учётом возможных ошибок вычисления расходов масс ЗВ. Эти ошибки связаны с тем, что в действующей системе наблюдений пробы отбираются чаще всего из одной точки на ПКК, а степень неоднородности распределения ЗВ по ширине и глубине водотока может быть значительной [2, 5].

- После того как приоритеты установлены выбираются собственно источники (выпуски сточных вод, населенные пункты и т.п.), на которых следует проводить приоритетные мероприятия по сокращению поступления ЗВ в ВО. Среди источников выбираются те, от каждого из которых поступает не менее 5% от суммарной массы соответствующего ЗВ, поступающей от всех источников на КУ. Опыт расчетов показывает, что такие основные источники дают обычно более 80% всей массы ЗВ, поступающей в ВО от источников загрязнения.

ЦП (а значит – и приоритеты) могут корректироваться по составу и численным значениям по мере накопления и обработки новой информации о состоянии ВО.

В реальных условиях вполне вероятна ситуация, когда при наличии приоритетного ЗВ не удастся найти управляемые источники его поступления. В этом случае ставится задача получения дополнительной информации по источникам поступления ЗВ и/или уточнению ЦП. Соответствующие мероприятия включаются в СКИОВО в число приоритетных.

7. Составляется программа бассейновых водоохраных мероприятий, направленная на сокращение поступления приоритетных ЗВ от основных источников, а также на получение необходимой дополнительной информации (в рамках СКИОВО).

8. Осуществляется план мероприятий программы.

9. Достигнутые концентрации ЗВ сопоставляются с ЦП. Если ЦП не достигнуты, анализируются причины, намечаются дополнительные мероприятия, производится уточнение ЦП (по дополненным данным), осуществляется повтор цикла п.п. 2-8 (возможно, начиная с п. 1). Подробное описание перечисленных этапов можно найти в [1].

Использование предложенной методологии и алгоритмов при государственном долгосрочном планировании водоохраных мероприятий в масштабах речных бассейнов обеспечивает:

- выявление тех проблем загрязнения поверхностных ВО, обусловленность которых антропогенным воздействием подтверждается имеющимися данными наблюдений;

- определение водоохранных задач, которые можно решить, воздействуя на управляемые источники поступления загрязняющих веществ;

- выделение среди управляемых источников поступления ЗВ тех, водоохранные мероприятия на которых дадут ощутимый эффект, что может стать объективным основанием для предоставления предусмотренных законом государственных преференций при реализации таких мероприятий.

Применимость предложенных алгоритмов для определения целей и приоритетов водоохранной деятельности в российских условиях была подтверждена в ходе разработки ряда СКИОВО, получивших положительные заключения государственной экологической экспертизы, утвержденных и реализуемых.

Предложенные определения и алгоритмы готовы к повсеместному применению в рамках действующей системы управления водными ресурсами и водопользованием в Российской Федерации.

Литература

1. Беляев С.Д. и др. Установление приоритетов водоохранной деятельности в бассейне реки на основе целевых показателей качества воды (на примере бассейна реки Оби) // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2013. – № 2. – С. 6-25.
2. Веницианов Е.В., Лепихин А.П. Физико-химические основы моделирования миграции и трансформации тяжелых металлов в природных водах / Науч. ред.: В.А. Черешнев, А.М. Черняев, А.Н. Попов. – Екатеринбург: Изд-во РосНИИВХ, 2002. – 236 с.
3. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер. ЕЭК ООН. – Нью-Йорк-Женева, 1994. – 47 с.
4. Национальный атлас России: в 4 томах. Т. 2. Природа. Экология. – М.: Роскартография, 2007. – 495 с.
5. Папина Т.С. Транспорт и особенности распределения тяжелых металлов в речных экосистемах. Аналитический обзор. – Новосибирск: Изд. ГПНТБ СО РАН, 2001. – 58 с.
6. Савичев О.Г. Гидрохимический сток рек бассейна Средней Оби и его природно-антропогенная трансформация. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук. – Барнаул, 2005. – 46 с.
7. Современное состояние водных ресурсов и функционирование водохозяйственного комплекса бассейна Оби и Иртыша / Отв. ред. Ю.И. Винокуров, А.В. Пузанов, Д.М. Безматерных. – Новосибирск: изд-во СО РАН, 2012. – 236 с.

Таблица 1 – Пример значений ЦП по расчетным участкам подбассейна р. Обь (кратно ПДК_{рх})

Наименование ЗВ	ПДК _{рх} , мг/дм ³	РУ										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Азот аммонийный	0,4	1	<	1	1	1	<	2	<	4	2	1
Азот нитратный	9	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Азот нитритный	0,02	<	<	1	<	<	<	1	<	<	<	<
Алюминий	0,04	1	<	1	1	<	1	1	1	1	1	1
БПК ₅	2*	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1
Железо общее	0,1	1	2	1	2	1	5	6	2	18	13	17
Кальция ионы	180	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1/(содерж. раств. кислорода)	1/4*(дм ³ /мг)	1	<	<	<	1	<	1	1	1	1	1
Магния ионы	40	<	<	1	<	<	<	<	<	<	<	<
Марганец	0,01	1	1	2	1	<	6	7	1	17	1	14
Медь	0,001	3	1	1	3	<	6	2	<	19	1	16
Нефтепродукты	0,05	3	5	4	8	2	1	8	4	10	9	2
Никель	0,01	1	1	1	1	<	1	1	1	<	1	<
Окисляемость бихроматная (ХПК)	15*	1	1	1	1	1	1	4	1	4	2	3
Свинец	0,006	<	<	<	<	<	<	<	<	1	1	1
Сульфатные ионы	100	<	<	<	<	<	<	1	<	<	<	<
Сумма Na и K	170	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Сумма ионов	1000*	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Фенолы летучие	0,001	3	2	1	2	4	2	2	3	3	2	1
Фосфаты	0,2	<	<	<	1	<	<	<	<	1	<	<
Хлоридные ионы	300	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Хром 6+	0,02	<	<	<	<	<	<	<	<	1	1	<
Цинк	0,01	<	<	<	<	<	4	<	<	3	1	2

Примечания: «<» – означает, что ЦП < 0,5 ПДК_{рх}, что соответствует ЦП = 0 в принятой системе округления (употребляется во избежание неверной трактовки нулевого значения); «*» – отмечены значения, которых нет в числе ПДК_{рх}; обусловленность природными факторами высоких концентраций некоторых ЗВ для Оби подтверждается в ряде работ [6,7].

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ КАДАСТРОВОГО УЧЕТА ЗОН С ОСОБЫМИ УСЛОВИЯМИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРЕ ВОДООХРАННЫХ ЗОН, ПРИБРЕЖНЫХ ЗАЩИТНЫХ ПОЛОС, ЗОН ЗАТОПЛЕНИЯ, ЗОН ПОДТОПЛЕНИЯ

Ведухина В.Г., Постнова И.С., Костогруд С.М.

ООО «Центр инженерных технологий», г. Барнаул, Россия

e-mail: varvara_ved@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены основные требования, предъявляемые к графической части материалов по описанию местоположения границ зон с особыми условиями использования территории при постановке на кадастровый учет и пути выполнения данных требований.

Ключевые слова: единый государственный реестр недвижимости, системы координат, топология, водоохранная зона, прибрежная защитная полоса, зона затопления, зона подтопления.

SOME FEATURES OF CADASTRAL REGISTRATION OF ZONES WITH SPECIAL CONDITIONS FOR TERRITORY USE BY THE EXAMPLE OF WATER PROTECTION ZONES, PROTECTED SHORELINE BELTS AND FLOOD WATER ZONES

Vedukhina V. G., Postnova I. S., S. M. Kostogrud

"Center for Engineering Technologies" Company, Barnaul, Russia

e-mail: varvara_ved@mail.ru

Abstract. The main requirements to graphic part of the description of the boundaries of the zones with special conditions for territory use at the cadastral registration and the ways of their enforcement are considered.

Keywords: unified state register of real estate, coordinate systems, topology, water protection zone, protected shoreline belt, flood zone.

Информация о границах водоохранных зон (далее – ВЗ), прибрежных защитных полос (далее – ПЗП), зон затопления (далее – ЗЗ), зон подтопления (далее – ЗП) и прочих зон с особыми условиями использования территории [1, ст. 1], относится к сведениям, которые в соответствии с п. 2, ст. 7, федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ, вносятся в Единый государственный реестр недвижимости (далее – ЕГРН), являющийся сводом достоверных систематизированных сведений об учтенном недвижимом имуществе, о зарегистрированных правах на такое недвижимое имущество, основаниях их возникновения, правообладателях, а также иных установленных в соответствии с этим федеральным законом сведений [2].

Порядок предоставления документов в органы кадастрового учета, государственной регистрации прав и ведения ЕГРН предусматривает направление, в том числе, текстового и графического описания местоположения границ зон с особыми условиями использования территории (далее – зон), перечня координат характерных точек границ таких зон [3]. Направление документов осуществляется в виде XML схемы, форма которой

установлена законодательно. При этом необходимо соблюдение требований к исходным данным и предоставляемым для постановки на учет в ЕГРН документам, в первую очередь к системе координат, актуальности исходной информации, точности определения координат характерных точек, топологии, формату и форме электронного документа.

Рассмотрим некоторые картографические особенности установления местоположения границ рассматриваемых зон, связанные с выполнением вышеуказанных требований, предъявляемых к графическим материалам.

Процедура установления местоположения границ зон представляет сложную и трудоемкую работу и состоит из нескольких этапов:

- сбор и анализ исходной информации;
- полевые инженерно-гидрометеорологические работы и гидрологические расчеты для определения местоположения БЛ;
- рекогносцировочное обследование акватории и берегов объекта работ, инженерно-гидрометеорологические и инженерно-геологические изыскания на территориях, прилегающих к рекам (в отношении определения ЗЗ и ЗП);
- определение местоположения границ ВЗ и ПЗП на основе использования ГИС-инструментария (построение буфера, оверлейные операции, генерализация), определение границ ЗЗ и ЗП на основе моделирования с последующим их цифровым вычерчиванием и дополнительным использованием ГИС-инструментов (оверлейные операции, генерализация);
- отображение границ зон на картографических материалах;
- подготовка материалов по описанию местоположения границ зон для их внесения в ЕГРН;
- внесение сведений в ЕГРН.

На данных этапах с точки зрения постановки на кадастровый учет представляют интерес следующие вопросы, решение которых не унифицировано и не прописано в нормативной и законодательной документации.

Требования к системе координат. Данные работы предполагают выполнение определенных требований по точности, актуальности и времени съемки, предъявляемых к пространственным данным, которые используются в работах для вычерчивания БЛ, моделирования ЗЗ и ЗП, и создания актуальной цифровой картографической основы. При этом периодически возникает необходимость использования данных дистанционного зондирования (далее ДДЗ), которым изначально задается географическая система координат WGS 84 (см. рис.1). Использование в работах ДДЗ в географической системе координат подразумевает необходимость перехода к местным системам координат (МСК) согласно п. 4, ст. 6, федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ [2], с соблюдением требований по точности данных.



Рис. 1 – Использование картографических материалов и ДДЗ в работах по определению границ ВЗ, ПЗП, ЗЗ, ЗП

Получение локальных параметров пересчета (трансформации) между системами координат необходимо также при подготовке геодезических данных для выполнения инженерно-гидрометеорологических работ и в случае использования данных описывающих положение БЛ (при невозможности ее описания дистанционными методами).

Перевод между системами координат осуществляется с использованием специального программного обеспечения, которое позволяет на основе созданного планово-высотного обоснования в WGS 84 и МСК произвести точный перевод координат. Планово-высотное съемочное обоснование выполняется в начале работ. Исходными пунктами для его создания являются пункты государственной геодезической сети (пункты полигонометрии и триангуляции), определяемые для района работ по картам масштаба 1:25000. По отобранным пунктам методом спутниковых наблюдений осуществляется получение координат в WGS 84,

предварительно через запрос в Управление Росреестра получают координаты и высоты этих же пунктов в МСК. В результате обработки и уравнивания имеющихся координат и высот определяются параметры пересчета из WGS-84 в МСК.

Наиболее точный перевод (до 0,01 м) производится нами с помощью программ «Topcon Tools», «Leica Geo Office 7.0». Кроме того одним из проверенных нами инструментов для более грубого расчета параметров (точность до 0,5 м) является бесплатное приложение компании Ракурс – программа «Вычисление 7 параметров».

Требования к топологии. На этапе построения ВЗ и ПЗП, оцифровки ЗЗ и ЗП возникает ряд проблем, обусловленных топологическими требованиями, предъявляемыми филиалами ФГБУ «Федеральной кадастровой палаты Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии» к сдаваемой пространственной информации. При этом на нормативно-законодательном уровне данные требования не установлены, официально не опубликованы и выявляются в процессе предоставления материалов для их внесения в ЕГРН или из специализированных форумов в сети Интернет.

Сложность выявления ошибок заключается в отсутствии возможности использования единого с Росреестром инструментария проверки топологии. Исполнители кадастровых работ осуществляют проверку топологии с помощью различных модулей (Check Graphics, «Проверка и коррекция топологии» – для MapInfo, Topology – для ArcGis и т.д.), которые позволяют в, лучшем случае, автоматически найти ошибку, но не исправить ее (исправление осуществляется вручную или, в лучшем случае, полуавтоматически). Помимо перечня топологических требований отдельно стоит вопрос величины допуска по точности выполняемого контроля. В приведенных ниже примерах указаны виды контроля и допуски, которые были использованы и дали положительный результат при постановке зон на кадастровый учет (см. таблицу 1).

Рассмотрим особенности данных видов контроля топологии. Отметим, что в описанных ниже случаях зоны, а также форсированный подпорный

уровень (ФПУ) водохранилища относятся к полигональному типу геометрии, дополнительно используется БЛ с полилинейным типом геометрии.

При построении зон нами выполнялись следующие основные виды контроля с использованием модуля MapInfo Check Graphics.

1. Контроль повторяющихся точек (для всех зон), величина расстояния между точками должна быть не менее 0,2 м включительно (рис. 2.). Есть возможность автоматического исправления ошибок.

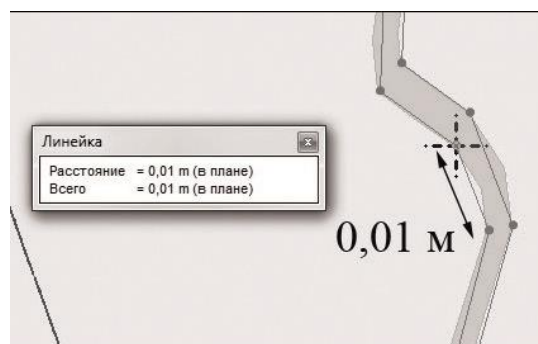


Рис. 2 – Ошибка топологии «повторяющиеся точки» (расстояние между узлами полилинии 0,01 м)

2. Контроль самопересечений и наложений частей сложных полигонов (для всех зон) (рис. 3, 4, 5).

Существует два варианта самопересечений:

- расстояние между противоположно расположенными узлами одной полилиний, либо противоположно расположенными узлом и сегментом полилинии менее или равно 0,5 м;
- самопересечение в виде петли.

Для сложных полигонов применяется контроль наложения, при котором расстояние между частями сложного объекта должно быть больше кластерного допуска (0,5 м), иначе, считается, что объекты накладываются.

Таким образом, в качестве самопересечения и наложения частей рассматривается не только пересечение сегментов полилинии и частей полигона, но и сближение противоположно расположенных узлов и связывающих их сегментов или частей полигона.

3. Контроль поиска пиковых узлов объектов контролируемого слоя, при котором значение минимального угла должно быть не менее 2° (рис. 6).

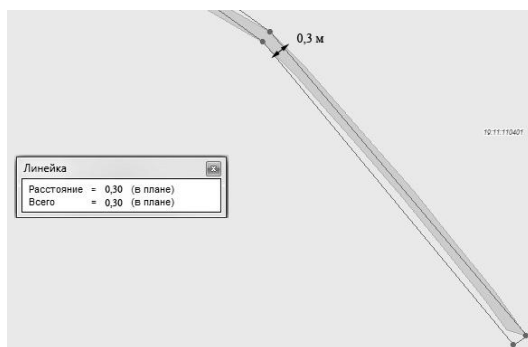


Рис. 3 – Ошибка топологии «самопересечение» (расстояние между противоположными узлами одной полилинии равно 0,3 м)

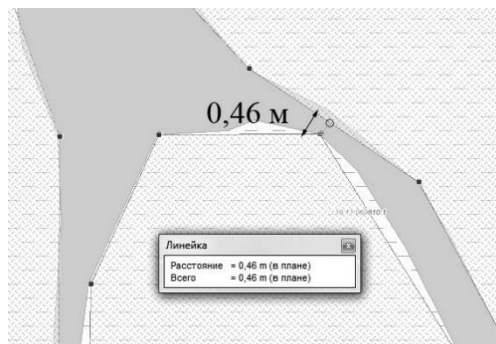


Рис. 4 – Ошибка топологии «наложения частей сложных полигонов» (расстояние между частями полигона 0,46 м)

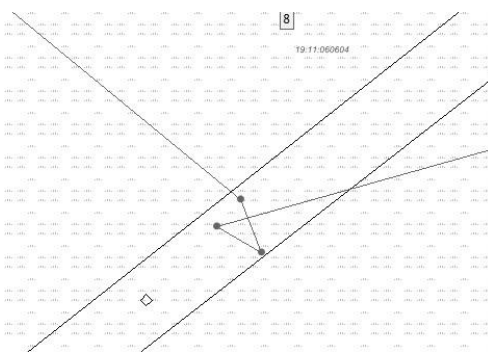


Рис. 5 – Ошибка топологии «самопересечение» (петля)

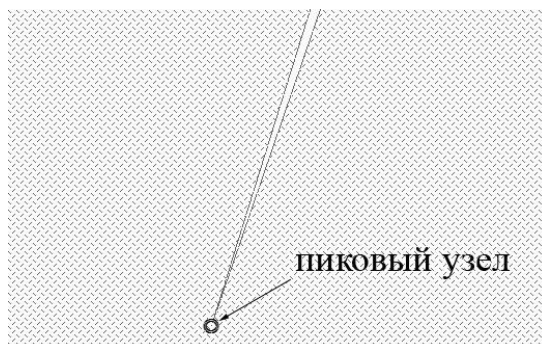


Рис.6 – Ошибка топологии «пиковый узел» (значение минимального угла менее 2°)

4. Контроль соответствия границ (для всех зон) – точность 0,00001 м (см. табл. 1). Необходимость и правила контроля соответствия границ определяются пунктами 1, 2, 14 ст. 65 Водного кодекса РФ в отношении границ ВЗ и ПЗП [4] и Правилами определения границ зон затопления, подтопления, утв. Постановлением Правительства РФ от 18.04.2014 № 360

[5] в отношении границ ЗЗ и ЗП. В таблице 2 указаны основные случаи использования данного контроля, а также правила топологии, применяемые для поиска и полуавтоматического исправления данной ошибки с помощью инструмента «Topology» для ГИС ArcGis.

Помимо указанных вопросов, связанных с контролем топологии, на последнем этапе построения зон возникают ошибки, связанные с оверлейными операциями («обрезкой» зон по границе населенных пунктов и границе административно-территориальных единиц). Возникающие при данной операции артефакты (небольшие по площади объекты) подлежат удалению, либо ручному исправлению для избежания появления топологических ошибок (см. контроль повторяющихся точек) и формирования незначимых для заданной точности и масштаба полигонов. Это требует значительных затрат труда, времени и приводит к нарушению сроков работ.

Таким образом, вопрос перехода между системами координат разрешим на уровне исполнителей работ по установке местоположения границ зон, в то время как вопрос предоставления топологически корректных данных представляет большую сложность, решать которую, необходимо на уровне Росреестра, путем формирования официальных требований по топологической проверке данных и введения единого программного обеспечения для проверки топологии.

Таблица 1 – Виды проверки топологии

Вид контроля	Параметр точности, м	Тип геометрии объекта
Контроль повторяющихся точек в объектах контролируемого слоя	0,2	Линейные, площадные
Контроль самопересечений полигонов в объектах контролируемого слоя	0,5	Площадные
Контроль наложения частей сложных полигонов в объектах контролируемого слоя	0,5	Площадные
Поиск пиковых узлов объектов контролируемого слоя	2,0	Линейные, площадные
Контроль полного покрытия объектов основного слоя объектами деления	0,00001	Площадные
Контроль соответствия границ объектов деления границам объектов основного слоя	0,00001	Площадные

Таблица 2 – Случаи использования контроля соответствия границ

№ п/п	Нормативы, законы	Случай применения	Описание ошибки	Правило топологии (ArcGIS)
1	ВЗ и ПЗП			
1.1	п. 1 ст. 65 Водного кодекса РФ [4]	Границы ВЗ и ПЗП устанавливаются от БЛ.	Расхождение полигонального слоя зоны и линейного слоя БЛ	Граница должна совмещаться с (Boundary Must Be Covered By)
1.2	п. 2 ст. 65 Водного кодекса РФ [4]	Граница ПЗП совпадает с границей ВЗ или находится в пределах ВЗ	Непокрытые области полигонального объекта ПЗП	Граница должна совмещаться с объектами класса (Must Be Covered By Feature Class Of)
1.3	п. 14 ст. 65 Водного кодекса РФ [4]	Граница ВЗ устанавливается от парапета набережной (границы ПЗП, совпадающей с парапетом)	Расхождение полигонального слоя ВЗ и линейного слоя парапета набережной (полигонального слоя ПЗП)	Граница должна совмещаться с (Boundary Must Be Covered By)
2	ЗЗ			
2.1	п. 1. прилож. к Правилам определения границ зон затопления, подтопления [5]	ЗЗ определяются от БЛ, ФПУ	Расхождение полигонального слоя зоны и линейного слоя береговой линии (ФПУ)	Граница ЗЗ должна совмещаться с (Boundary Must Be Covered By)
2.2	п. 1. прилож. к Правилам определения границ зон затопления, подтопления [5]	ЗЗ большей вероятности превышения должна входить в зону меньшей вероятности превышения (50% < 25% < 10% < 5% < 3% < 1% обеспеченности)	Зона большей вероятности превышения, выходит за границу зоны меньшей вероятности превышения	Должна совмещаться с объектами класса (Must Be Covered By Feature Class Of)
3	ЗП			
3.1	п. 2. прилож. к Правилам определения границ зон затопления, подтопления [5]	ЗП сильного подтопления определяется от ЗЗ	Наложение или «пустоты» между ЗП и ЗЗ	Должен превышать кластерный допуск (Must Be Larger Than Cluster Tolerance). Вершины, попадающие в пределы кластерного допуска, считаются совпадающими и совмещаются одна с другой
3.2	п. 2. прилож. к Правилам	ЗП умеренного подтопления	Наложение или «пустоты» между ЗП	Должен превышать кластерный допуск

№ п/п	Нормативы, законы	Случай применения	Описание ошибки	Правило топологии (ArcGIS)
	определения границ зон затопления, подтопления [5]	определяется от ЗП сильного подтопления	умеренного подтопления и ЗП сильного подтопления	(Must Be Larger Than Cluster Tolerance). Вершины, попадающие в пределы кластерного допуска, считаются совпадающими и совмещаются одна с другой
3.3	. 2. прилож. к Правилам определения границ зон затопления, подтопления [5]	ЗП слабого подтопления определяется от ЗП умеренного подтопления	Наложение или «пустоты» между ЗП слабого подтопления и ЗП умеренного подтопления	Должен превышать кластерный допуск (Must Be Larger Than Cluster Tolerance). Вершины, попадающие в пределы кластерного допуска, считаются совпадающими и совмещаются одна с другой

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 07.03.2017)
2. Федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ "О государственной регистрации недвижимости" (с изм. и доп., вступ. в силу с 02.01.2017).
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 31.12.2015 № 1532 "Об утверждении Правил предоставления документов, направляемых или предоставляемых в соответствии с частями 1, 3 - 13, 15 статьи 32 Федерального закона "О государственной регистрации недвижимости" в федеральный орган исполнительной власти (его территориальные органы), уполномоченный Правительством Российской Федерации на осуществление государственного кадастрового учета, государственной регистрации прав, ведение Единого государственного реестра недвижимости и предоставление сведений, содержащихся в Едином государственном реестре недвижимости" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2017).
4. Федеральный закон от 03.06.2006 № 74-ФЗ "Водный кодекс Российской Федерации" (ред. от 31.10.2016).
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 18.04.2014 №360 "Об определении границ зон затопления, подтопления" (ред. от 17.05.2016).

ИХТИОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ВОДОЕМАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Веснина Л.В., Теряева И.Ю.

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

e-mail:artemia@alt.ru

Аннотация. В работе рассмотрены основные проблемы изучения ихтиопатологического состояния водных объектов Алтайского края. В ходе исследований выявлены семь видов паразитов у гидробионтов. Анализ содержания тяжелых металлов в тканях рыб показал небольшое превышение ПДК для Cd в р. Бурла в границах Бурлинского и Хабарского районов. Концентрация тяжелых металлов в тканях рыб из изученных водных объектов Алтайского края в среднем низкое и не превышает ДОК для свежих продуктов.

Ключевые слова: рыбы, ихтиопатологическое благополучие, мониторинг, паразиты.

ICHTHIOPATOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL SAFETY OF AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES IN WATER BODIES OF ALTAI KRAI

Vesnina L. V., Teryaeva I. Yu.

Altai branch of FSBI "Gosrybcenter", Barnaul, Russia

e-mail:artemia@alt.ru

Abstract. The paper discusses the main problems of studying ichthyopathological state of water bodies in Altai Krai. The studies revealed seven species of parasites of aquatic organisms. The analysis of the content of heavy metals in fish tissues showed a slight excess of MPC for Cd in r. Burla within the boundaries of Burlinsky and Khabarsky regions. The concentration of heavy metals in tissues of fish from the studied water objects of Altai Krai is low on the average and does not exceed the DOC for fresh food.

Keywords: fish, ihtiopatological safety, monitoring, parasites.

Введение. Охрана здоровья рыб и других гидробионтов в современном мире – актуальная многоплановая проблема, которая связана с управлением биоресурсами в пресноводных экосистемах в естественных и искусственных условиях их воспроизводства. Для предотвращения вспышек эпизоотий необходимо осуществлять систематический контроль для своевременного выявления заболеваний у гидробионтов.

Немаловажное значение для рыбоводства и рыболовства имеет изучение эпизоотического состояния естественных водных объектов Алтайского края. Основой рационального планирования и эффективного осуществления мероприятий по борьбе с инфекционными болезнями гидробионтов в водных объектах должен стать эпизоотологический мониторинг.

Рыбохозяйственный водный фонд Алтайского края располагается в различных ландшафтно-географических зонах – от степной до предгорной, и отличается разнообразной типологией, включая в себя верховье Оби –

участок от слияния рек Бия и Катунь до зоны выклинивания подпора Новосибирского водохранилища, с основными притоками (рр. Песчаная, Чарыш, Алей, Чумыш) и пойменными водоемами. В современной ихтиофауне наиболее распространены представители семейства карповых (40,5 %); меньшим количеством видов и внутривидовых таксонов представлены лососевые и сиговые (10,5 %), из семейств окуневых и керчаковых по 7,9 %. В других семействах насчитывается по 1 – 2 вида. Среди них основным объектом промысла является: лещ (*Abramis brama* (Linnaeus, 1758)), плотва (*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)), серебряный карась (*Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)), обыкновенная щука (*Esox lucius* Linnaeus, 1758), язь (*Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758)), обыкновенный судак (*Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758)), речной окунь (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758), елец (*Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758)) [2, 3].

На территории Алтайского края находится часть Новосибирского водохранилища и малые водохранилища: Гилевское, Правдинское, Бешенцевское, Склюихинское, Большечеремшанское. Здесь основным объектом промысла является: плотва, речной окунь, лещ, серебряный карась [2].

Цель научной работы – охарактеризовать ихтиопатологическую ситуацию и экологическую безопасность водных биоресурсов на водных объектах Алтайского края.

Материалы и методы. Отбор проб и обработка материала по ихтиопатологическому состоянию гидробионтов проводились согласно МУК 3.2.988-00 «Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыб, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки» Федерального центра Госсанэпиднадзора Минздрава России» [5] и общепринятых методик: «Лабораторный практикум по болезням рыб» [4] и «Руководство по изучению паразитов рыб» [1].

При проведении ихтиопатологических исследований для оценки заражённости рыб использовались общепринятые в паразитологии показатели:

– пораженность, или экстенсивность инвазии (ЭИ) – число зараженных экземпляров рыб к числу исследованных в процентах;

– интенсивность инвазии (ИИ) – минимальное и максимальное число паразитов в одной зараженной особи рыбы;

– индекс обилия (ИО) – среднее число паразитов на каждую обследованную рыбу в выборке [7].

Для видовой идентификации паразитов использовали определители.

При изучении эпизоотической обстановки по паразитарным заболеваниям методом по Павловской-Быковской системе исследовалось по 20-30 экземпляров разных видов рыб, обитающих в водоеме. Паразитологический анализ включал наружный осмотр рыбы с определением длины (абсолютная, промысловая), массы тела, пола, стадии зрелости особи. Наружный осмотр рыбы проводился для определения отклонений от нормы: новообразований (неоплазия), кровоизлияний (покраснения), язвенных поражений кожи, деформации костей, патологии глаз, эктопаразитов, истощения, анемии, вздутия брюшка (водянка), ерошения чешуи, выпячивания ануса, некроза тканей и т.д.

За 2016 год сотрудниками Алтайского филиала ФГБНУ «Госрыбцентр» был произведен отбор проб ихтиоматериала на паразитологический анализ по следующим водным объектам Алтайского края:

– река Обь с протоками в границах Первомайского района Алтайского края;

– река Обь с протоками в границах Каменского и Шелаболихинского районов Алтайского края;

– река Бурла в границах Бурлинского и Хабарского районов Алтайского края.

Подготовка проб для проведения исследований проводилась по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа». При этом рыбу размораживали на воздухе, разделявали на филе и измельчали в фарш.

Дальнейшая обработка проб и определение мышьяка проводилась по МУ 31-05/04 (ФР.1.31.2004.01119) «Количественный химический анализ проб пищевых продуктов, продовольственного сырья, биологически активных добавок к пище, биологических объектов. Методика выполнения измерений массовых концентраций мышьяка методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА» с приложением «Проведение анализа с использованием анализатора ПАН-As» (рис. 1).

Подготовка проб и определение массовой концентрации ртути проводилась по МИ 2740-2002 «Продукты пищевые и продовольственное сырье. Методика выполнения измерений массовой концентрации общей ртути методом атомной абсорбции» с использованием анализатора ртути «Юлия 5К».

Определение кадмия проводилось по МУ 31-04/04 (ФР.1.31.2004.00986) «Количественный химический анализ проб пищевых продуктов, продовольственного сырья, кормов и продуктов их переработки, биологически активных добавок к пище, биологических объектов. Методика выполнения измерений массовых концентраций цинка, кадмия, свинца и меди методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА» (рис. 2).



Рис. 1 – Анализатор для определения мышьяка ПАН-As



Рис. 2 – Определение содержания кадмия в образцах рыбы

Хлорорганические пестициды определялись по «Временным методическим указаниям по определению хлорорганических пестицидов (ДДТ, ДДЭ, ДДД, альфа- и гамма-ГХЦГ) в рыбе и рыбной продукции методом газо-жидкостной хроматографии», утвержденным заместителем Главного государственного санитарного врача А.И. Заиченко 22.10.1981г. № 2482-81.

Результаты. При паразитологическом анализе плотвы, выловленной в р. Обь на территории Каменского и Шелаболихинского районов, установлена ее зараженность постодиплостомозом. Экстенсивность инвазии составила 61,0 %; интенсивность инвазии – 19 – 31; индекс обилия – 27. В ходе паразитологических исследований также выявлены единичные экземпляры плотвы, зараженные хилодонеллезом. В ходе проведенных исследований отмечена зараженность плотвы пиявками *Piscicola geometra* из сем. *Piscicolidae*. Экстенсивность инвазии составила 3,0 %, интенсивность инвазии – 1–2, индекс обилия – 1.

При паразитологическом анализе обыкновенной щуки, выловленной в р. Обь на территории Первомайского района, установлена зараженность рыбы эргазилезом. Экстенсивность инвазии составила 3,0 %; интенсивность инвазии – 42 – 63; индекс обилия – 54. Паразитологическому анализу были подвергнуты лещ и плотва, отловленные в р. Обь на территории

Первомайского района. Установлена зараженность рыбы диплостомозом. Экстенсивность инвазии у леща составила 2,0 %; интенсивность инвазии – 1 – 4; индекс обилия – 2. У плотвы данные показатели имеют следующие значения: ЭИ – 3,0 %; ИИ – 1 – 7; ИО – 2.

В ходе паразитологических исследований в р. Обь с притоками в границах Первомайского района обнаружены плотва и лещ, зараженные метацеркариями *Posthodiplostomum cuticola*. У плотвы экстенсивность инвазии составила 64,0 %; интенсивность инвазии – 2 – 13; индекс обилия – 4. У леща данные показатели имеют следующие значения: ЭИ – 21,0 %; ИИ – 1 – 9; ИО – 2.

При паразитологическом анализе язя, выловленного в р. Бурла в границах Бурлинского и Хабарского районов, установлена его зараженность *Trematoda sp.*, (экстенсивность инвазии зарегистрирована в размере 16,6 %, интенсивность инвазии – 0 – 1, индекс обилия – 0,2) и *Diplostomum sp.* с ЭИ – 33,2 %, ИИ – 7 – 15, ИО – 3,6. В плотве, в ходе ихтиопатологической обработки, отмечена зараженность *Muxobolus pseudodispar*, с ЭИ – 80,0 %, ИИ – 58 – 220, ИО – 109. Также отмечен *Postodiplostomum cuticola*, с показателями ЭИ – 30,0 %, ИИ – 1 – 2, ИО – 0,3 и *Diplostomum sp.* с ЭИ – 40,0 %, ИИ – 1 – 4, ИО – 0,6. В щуке зарегистрирована *Trematoda sp.*, экстенсивность инвазии отмечена в размере 50,0 %, интенсивность инвазии – 1 – 3, индекс обилия – 1.

В ходеспектрального анализа содержания тяжелых металлов в тканях изучаемых видов рыб позволил выявить следующее. Среднее содержание As, Pb и Hg в тканях не превышает допустимых концентраций, исключение составляет Cd в р. Бурла в границах Бурлинского и Хабарского районов (таблица).

Как следует из данных, представленных в таблице, концентрация определявшихся металлов в мышечной ткани рыб из водных объектов Алтайского края в большинстве выборок невысокая – ниже или существенно ниже существующих в России допустимых остаточных концентраций (ДОК) этих элементов в свежих рыбопродуктах. Однако имеется ряд исключений. В

р. Бурла в границах Бурлинского и Хабарского районов в тканях серебряного карася отмечена высокая концентрация Cd – 0,24 мкг/г (при ПДК – 0,2 мкг/г). Сравнительно высокая (но не выше ДОК) концентрация Cd – 0,076 мкг/г (при ПДК – 0,2 мкг/г) и Hg – 0,215 мкг/г (при ПДК – 0,5) в р. Обь с протоками в границах Каменского и Шелаболихинского районов. По всей видимости, различия в характере накопления тяжелых металлов связаны с особенностями конкретных условий обитания (прежде всего рН воды и донных отложений, количества растворенной органики), экологии (типа питания, миграции и др.) и физиолого-биохимическим статусом организма рыб [7].

Таблица – Содержание металлов в тканях рыб водных объектов Алтайского края, мкг/г сырой массы, 2016 г.

Водный объект	Металл			
	Pb	Cd	Hg	As
	ПДК, мкг/г	ПДК, мкг/г	ПДК, мкг/г	ПДК, мкг/г
	1,0	0,2	0,5	1,0
р. Обь с протоками в границах Каменского и Шелаболихинского районов	0,050-0,099	0,007-0,07	0,090-0,215	0,011-0,051
р. Обь с протоками в границах Первомайского района	0,010-0,150	0,009-0,062	0,026-0,169	0,013-0,067
р. Бурла в границах Бурлинского и Хабарского районов	0,010-0,110	0,0019-0,24	0,057-0,201	0,002-0,008

С учетом низкой способности кадмия к выведению из организма и высокой степени его аккумуляции в органах и тканях рыб в течение всего периода жизни, его продолжительное поступление может вызвать хронические заболевания. Известно, даже после прекращения воздействия этого металла повреждения, произошедшие в органах, остаются необратимыми. Повышенная способность рыб к накоплению кадмия может стать причиной возникновения нарушений в окислительных процессах, происходящих в организме, и в целом понижает способность к осмотической регуляции.

Выводы. При паразитологическом исследовании естественных водных объектов у рыб выявлено семь видов паразитов. На основании проведенных исследований не выявлены положительные случаи зараженности рыбы

возбудителями описторхоза и дифиллоботриоза на исследованных водных объектах. Необходимо осуществлять жесткий ихтиопатологический мониторинг при проведении работ по увеличению рыбопродуктивности естественных водоемов.

Анализ накопления тяжелых металлов свидетельствует о зависимости этого процесса от условий обитания и экологии рыб. Концентрация тяжелых металлов в тканях рыб из изучавшихся водных объектов Алтайского края в среднем сравнительно низкая и не превышает ДОК для свежих продуктов, что является косвенным подтверждением результатов определения тяжелых металлов в водоемах химическими методами.

В целом необходимо регулярно отслеживать содержание металлов, в том числе и токсичных, в организме рыб, обитающих не только в загрязненных водоемах, но и в относительно чистых. Это позволит накапливать информацию о фоновом содержании изучаемых элементов в организме рыб и оценивать антропогенную нагрузку на водоемы, используя методы ихтиоиндикации.

Литература

- 1 Быховская – Павловская, И.Е. Паразиты рыб – руководство по изучению / И.Е. Быховская - Павловская. – Л.: Наука, 1985. – 117 с.
- 2 Веснина, Л.В. Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования / Л.В. Веснина, В.Б. Журавлев, В.А. Новоселов и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. – 284 с.
- 3 Журавлев, В.Б. Рыбы бассейна Верхней Оби: монография / В.Б. Журавлев. – Барнаул: Издательство АлтГУ, 2003. – 292 с.
- 4 Лабораторный практикум по болезням рыб / под ред. В.А. Мусселиус – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 253 с.
- 5 Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки: методические указания. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 2001. – 69 с.
- 6 Попов П.А., Андросова Н.В. Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани рыб из водоемов бассейна реки Оби. // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2014 – № 4 (28). – С.108-122.
- 7 СанПиН 2.3.2.1078-2001 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», утвержденные Постановлением главного государственного санитарного врача от 14.11.2001 № 36.

ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЫ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Гагаринова О.В.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия,

e-mail: whydro@irigs.irk.ru

Аннотация. Условия формирования и трансформации водных ресурсов в бассейне оз. Байкал под влиянием климатических и антропогенных факторов, один из важнейших параметров функционирования экосистемы озера. Оценка современного водно-экологического состояния центральной экологической зоны БПТ является основой анализа экологических и социальных условий развития данной территории. Актуальность исследований связана с обострением экологических проблем, вызванных падением уровня оз. Байкал, неконтролируемым использованием прибрежных территорий в хозяйственных и рекреационных целях. Основными проблемами в ЦЭЗ БПТ является снижение качества воды и сокращение водных ресурсов.

Ключевые слова: Антропогенный фактор, водный объект, водоотведение, качество воды, экологическая проблема

WATER BODIES OF CENTRAL ECOLOGICAL ZONE OF THE BAIKAL NATURAL TERRITORY IN TERMS OF ANTHROPOGENIC IMPACTS

Olga V. Gagarinova

Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

e-mail: whydro@irigs.irk.ru

Abstract. Conditions of formation and transformation of water resources in the basin of Lake Baikal under the influence of climatic and anthropogenic factors are the most important parameters of the lake ecosystem functioning. Assessment of the current water-ecological condition of Central ecological zone of the BPT is the basis for the analysis of environmental and social conditions of development of the area. The relevance of research is associated with the aggravation of environmental problems caused by falling of the level of Lake Baikal, uncontrolled use of coastal areas for the public utility and recreational purposes, etc. The main problems in the CEZ BNT is a decrease in water quality and the reduction of water availability.

Keywords: anthropogenic factor, water body, wastewater collection, water quality, ecological problem

Правовое регулирование в области охраны и эксплуатации водных ресурсов Центральной экологической зоны Байкальской природной территории (ЦЭЗ БПТ) осуществляется в рамках Федерального законодательства и рядом подзаконных актов и постановлений различного уровня [3, 4, 5, 7]. Существенную часть площади ЦЭЗ БПТ занимает водоохранная зона, распространяя на эту территорию соответствующие ограничения хозяйственной деятельности. При этом, несмотря на многочисленные мероприятия, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на природу, наблюдаются значительные трансформации и загрязнения водных объектов и их водосборов.

Водно-экологические проблемы и негативные антропогенные эффекты усиливаются прогрессирующим в последние годы маловодьем и связанными с этим истощением и эвтрофикацией малых водных объектов, снижением

уровня оз. Байкал, а также неконтролируемым ростом селитебных и рекреационных нагрузок. Анализ современного водно-экологического состояния, выявление антропогенных проблем и дефицитов в области водопользования и водопотребления, является актуальной задачей для оценки социально-экономических условий развития центральной экологической зоны БПТ территории

Основное антропогенное воздействие на водные объекты обусловлено деятельностью промышленных предприятий, развитием коммунально-бытового хозяйства и рекреационными объектами. Сброс сточных вод является главным фактором загрязнения водных объектов.

Наибольшие объемы загрязняющих веществ (70 %) поступают в озеро с водами крупных притоков. Максимальное количество минеральных, органических и взвешенных веществ; нефтепродуктов, фенолов и металлов привносится в оз. Байкал с водами р. Селенги. Малые притоки Байкала, формирующиеся в пределах центральной экологической зоны, характеризуются различным уровнем антропогенных нагрузок, в зависимости от хозяйственной деятельности на водосборе. Приемниками сточных вод являются реки Похабиха, Снежная, Б. Речка, Мысовка, руч. Горячий. Большую антропогенную нагрузку в результате водоотведения предприятий Северобайкальского участка ЦЭЗ испытывают реки северного Байкала - Тья и Верхняя Ангара. Кроме этого, существуют прямые сбросы сточных вод в озеро (МУП КОС г. Байкальск), а также источники точечного и диффузного загрязнения водных объектов ЦЭЗ БПТ [1].

Весь объем сбрасываемых сточных вод в озеро и его притоки относится к категории "недостаточно очищенные". Динамика качества воды р. Селенга показывает устойчивый рост объемов выноса взвешенных веществ, нитратов, нитритов, нефтепродуктов. Удельный комбинаторный индекс загрязнения воды (УКИЗВ) Селенги за 10 летний период в замыкающем створе (д. Мурзино) стабильно соответствует 3 кл. "загрязненная".

Качество воды в реках Баргузин и Турка характеризуется немного более высокими показателями (2 кл. "слабо загрязненная"). В это же время, в воде этих рек увеличилось содержание взвешенных наносов, соединений азота и СПАВ.

Данные мониторинга в устьевых участках северных притоков Байкала показывают тенденции ухудшения качества воды, связанные с ростом содержания железа, меди, цинка, кремния и взвешенных веществ. Удельный комбинаторный индекс загрязнения воды рек Верхняя Ангара и Тья соответствует 3 кл. "загрязненная".

Среди малых рек центральной экологической зоны Байкальской природной территории отмечаются разнонаправленные тенденции. В период 2012-2015 гг. характеристика отдельных водотоков повысилась со 2 кл. "слабо загрязненные" до 1 кл. "условно чистые". С другой стороны, в воде рек Голоустная, Бугульдейка, Мысовка, Похабиха фиксируются превышения ПДК по органическим веществам, фенолам, нефтепродуктам, соединениям азота и фосфора. Максимальное количество загрязняющих веществ, по данным статистической отчетности (2ТП-водхоз) сбрасывается со сточными водами г. Слюдянка (Иркутская область) в р. Похабиха и в р. Мысовка со стоками г. Бабушкин (Бурятия).

Поступление диффузных стоков с промышленных и селитебных территорий представляет серьезную экологическую проблему для района п. Листвянка и промышленной зоны Байкальского ЦБК (Иркутская область). Загрязненные грунтовые воды поступают в поверхностные водотоки и в оз. Байкал [6].

В центральной экологической зоне БПТ в зоне интенсивного хозяйственного и рекреационного влияния находятся небольшие озера и дельтовые участки рек, впадающих в оз. Байкал. Экологическое состояние отдельных водных объектов - Тажеранские озера в Приольхонье и оз. Котокель – критическое. Сокращение размеров и истощение Тажеранских озер обусловлено, главным образом, климатическими изменениями,

повлекшими общее снижение увлажненности территории и, как следствие, уменьшение атмосферного и грунтового питания озер. При этом сельскохозяйственное использование прилегающей территории способствует усилению деградации озер – эвтрофикации и загрязнению. По биологическим показателям индексу видового разнообразия зоопланктона и индексу сапробности воды Тажеранские озера характеризуются как умеренно-загрязненные (III класс) [2].

Сложная экологическая ситуация в течение многих лет существует на оз. Котокель, гидравлически связанном с р. Турка притоком оз. Байкал. Эвтрофирование и заражение водоема опасными бактериями обусловлено прямыми антропогенными нагрузками на озеро. Недостаточно очищенные сточные воды, поступающие в водоем от рекреационных и хозяйственно-бытовых объектов, привели к катастрофическим последствиям для экосистемы оз. Котокель.

Вдольбереговые "соровые" озера, образовавшиеся при затоплении прибрежной территории при поднятии уровня Байкала (Верхнеангарский сор, Посольский сор и др.) испытывают серьезные экологические трансформации в результате климатических изменений и антропогенных нагрузок. Изменения претерпевают карстовые, термокарстовые, пойменные озера Байкальской территории, которые также как крупные водные объекты испытывают естественные и антропогенные изменения.

Объемы допустимого поступления загрязняющих веществ в озеро Байкал нормируются законом "Об охране озера Байкал" и Правительством РФ [7, 4.]. Несмотря на ограничения количество сбрасываемых в южную котловину оз. Байкал загрязняющих веществ после очистных сооружений Иркутской области и Республики Бурятия (в границах ЦЭЗ БПТ) превышает допустимые нормы по СПАВ и всем формам азота. Основной поставщик данных загрязняющих веществ в границах Иркутской области - канализационные очистные сооружения (КОС) г. Слюдянка. Показатели сбросов с КОС в междуречье р. Ангара и р. Селенга свидетельствуют, что

суммарная величина загрязняющих веществ, поступающих в южную котловину озера, превышает допустимые воздействия на водную среду по СПАВ, нефтепродуктам, формам азота [4].

Анализ поступления загрязняющих веществ в северную и среднюю котловины оз. Байкал со сточными водами предприятий и жилищного сектора Республики Бурятия показывает значительные превышения нормативов для Северной котловины озера по хлоридам, соединениям азота, нефтепродуктам, СПАВ и другим компонентам. Основными поставщиками биогенных веществ (соединения азота, фосфаты), способствующих эвтрофикации оз. Байкал, являются предприятия МО «Северо-Байкальский район».

Анализ современного водно-экологического состояния территории показывает, что основным фактором воздействия на природные воды является централизованное отведение недостаточно очищенных сточных вод и рассредоточенное поступление загрязнений. Малые водные объекты и прибрежная полоса акватории озера испытывают усиливающуюся рекреационную нагрузку, что требует первоочередных мер в отношении рационального природопользования и охраны окружающей среды.

Загрязнение озера и его притоков происходит в течении многих лет несмотря на принятие в 1996 г. Закона "Об охране озера Байкал" и запрещении ряда видов деятельности в центральной экологической зоне Байкальской природной территории [7,3]. Водоохранная зона озера, установленная в 2015 г. и совмещенная с центральной экологической зоной, наложила жесткие ограничения деятельности на большую территорию, поставив местное население в сложные условия, не оказав при этом существенного положительного эффекта на экосистему и ресурсы озера [5]. С одной стороны, необходимы срочные меры по созданию новых технологий утилизации отходов и реконструкции очистных сооружений, а с другой - практически любая деятельность в ВЗ оз. Байкал запрещена. Достижение целей сохранения водных объектов БПТ связаны с совершенствованием

нормативно-правовой базы социально-экономической и природоохранной деятельности в ЦЭЗ БПТ, при неукоснительном выполнении законодательных природоохранных нормативов со стороны хозяйствующих субъектов и населения; актуализации границы водоохранной зоны оз. Байкал; соблюдении требований экологического природопользования в туристической сфере и на уровне местного самоуправления.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований № 16-05-00286

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2014 году». – Иркутск: Сибирский филиал ФГУНПП «Росгеолфонд», 2011-2015 гг. – электронный ресурс: <http://mnr.gov.ru>
2. Макаркина Н.В., Шевелева Н.Г., Пенькова О. Г. Качество воды Тажеранских озер по показателям зоопланктона // Вода: химия и экология. – 2015. – № 11. – с. 44-59. – электронный ресурс: <http://watchemec.ru/article/27677>
3. Постановление Правительства РФ от 30.08.2001 № 643 "Об утверждении перечня видов деятельности, запрещенных в центральной экологической зоне Байкальской природной территории" – электронный ресурс: <http://docs.cntd.ru>
4. Приказ Минприроды России от 5 Марта 2010 г. № 63 "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".
5. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 05.03.2015 № 368-р Об утверждении границ водоохранной зоны озера Байкал.
6. Справочные материалы к заседанию Межведомственной комиссии по вопросам охраны озера Байкал г. Москва, 15 июля 2015 г. – электронный ресурс: http://www.geol.irk.ru/baikal/baikal/baikal_law_fulfilment/mvk/250714/infdocs.pdf
7. Федеральный закон от 01.05.1999 N 94-ФЗ. "Об охране озера Байкал" изменения внесены Федеральным законом от 28 июня 2014 года N 181-ФЗ.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В РЕГИОНАХ СИБИРИ

Демин А.П.

Институт водных проблем Российской академии наук, Москва, Россия

e-mail: deminap@mail.ru

Аннотация. Приведены данные об обеспеченности жилого фонда регионов Сибири централизованным водоснабжением. Показан рост изношенности водопроводной сети и увеличение доли утечек в общем объеме воды, поданной в сеть. Выявлены тенденции снижения использования подземных вод для питьевых нужд и среднесуточного водопотребления из централизованных систем водоснабжения. Приведены данные об улучшении обеспечения населения безопасной питьевой водой в регионах Сибири.

Ключевые слова: централизованное водоснабжение, утечка воды, подземные воды, качество источников водоснабжения, безопасная питьевая вода.

RATIONAL USE OF DRINKING WATER IN THE REGIONS OF SIBERIA

Demin A.P.

Water Problems Institute RAS, Moscow, Russia

e-mail: deminap@mail.ru

Abstract. The data on the availability of centralized water supply in residential areas in the regions of Siberia are given. High deterioration of the water supply network and the increase of leaks in the total volume of the supplied water are shown. A downward trend in the use of groundwater for drinking purposes and the average daily water consumption from centralized water supply systems are revealed. Data on improving the provision of safe drinking water in the regions of Siberia are given.

Keywords: centralized water supply, water leak, groundwater, quality of water supply sources, safe drinking water.

В настоящее время обеспечение населения качественной питьевой водой становится одной из приоритетных проблем государственной политики, направленной на сохранение здоровья и улучшение условий проживания россиян. Ситуация с питьевым водоснабжением в Сибирском федеральном округе не вызывает удовлетворения. Около 1 млн. человек в 2015 г. пользовалось недоброкачественной питьевой водой и более 830 тыс. проживало в населенных пунктах, где вода на доброкачественность не исследовалась [2]. Более 50% жителей пользуются децентрализованными источниками без соответствующей водоподготовки. Неуклонно растет доля утечек и непроизводительных расходов воды в общем объеме питьевой воды, поданной в сеть. Основными причинами неудовлетворительного качества питьевой воды являются: антропогенное загрязнение поверхностных и подземных вод, отсутствие или ненадлежащее состояние зон санитарной охраны водных источников, использование старых технологических решений водоподготовки, низкое санитарно-техническое состояние существующих водопроводных сетей и сооружений.

В 2015 г. услугами централизованного водоснабжения обеспечено 100% городов, 93% поселков городского типа и только 45% сельских населенных пунктов Сибири. Сибирский округ (наряду с Дальневосточным) занимает худшее положение среди федеральных округов России по доле жилого фонда, оборудованного водопроводом. В 2015 г. здесь 24,4% жилого фонда не было обеспечено водопроводом, в том числе в городской местности этот показатель составлял 13,8%, в сельской – 53,3% (табл.1).

В городах и поселках Сибири лучше всего обеспечены водопроводом жители Красноярского и Алтайского краев, Новосибирской, Кемеровской и Томской областей (88–92%), хуже всего – жители Республик Тыва и Алтай (57–66%). В сельской местности Сибири лучше всего обеспечены водопроводом жители Кемеровской и Новосибирской областей, Алтайского края (66–70%), хуже всего – жители Республик Тыва и Бурятия, Забайкальского края, Иркутской области (5–14%).

Доля жилого фонда, оборудованного водопроводом, увеличивается в Сибири медленными темпами. С 2000 по 2015 г. она выросла всего на 7,6 процентных пункта (с 68 до 75,6%). При этом в городских поселениях эта доля увеличилась на 4,2 (с 82 до 86,2), а в сельской местности на 14,5 (с 32,2 до 46,7) процентных пункта. Максимальные приросты площади, оборудованной водопроводом, наблюдаются в городах и поселках Хакасии (12,7%), Омской области (7,4%), минимальные – в Бурятии и Иркутской области (1,3%). В Томской области и Тыве за 15 лет эта доля даже снизилась.

Сельская местность в 2000 г. водопроводом была оборудована значительно хуже городов и поэтому темпы ввода водопроводов в целом здесь были существенно выше. Так, в Новосибирской и Омской областях, Республике Алтай доля площади жилого фонда, оборудованного водопроводом, выросла на 22–26 процентных пункта. Однако в дотационных субъектах федерации она увеличилась всего на 2–5 процентных пункта, а в Бурятии даже снизилась.

Объемы ввода в действие новых водопроводных сетей являются очень низкими и по сравнению с началом 1990-х годов они сократились в несколько раз. Если в 1990 г. в Сибирском округе ввели более 800 км сетей,

то в начале и середине 2000-х гг. – менее 140 км, в 2015 г. – 202 км. В результате, объемы уличной водопроводной сети, нуждающиеся в замене, с годами резко возрастали. Только за 2005–2015 гг. протяженность водопроводной сети, нуждающейся в замене, выросла в Сибири с 15,9 до 18,7 тыс. км. В целом по округу в 2015 г. требовало замены 40,8% уличной водопроводной сети

В настоящее время наиболее изношена уличная водопроводная сеть в Бурятии и Иркутской области – 59 и 57%. В большинстве регионов изношенность сети составляет 34–47% и лишь в Республике Алтай, где за последние 10 лет вводилось много новых водопроводов и протяженность уличной сети выросла на 68% (в целом по округу на 12%), она не превышает 17%.

Рост изношенности водопроводной сети является главной причиной увеличения доли утечек и неучтенных расходов воды по отношению к объему воды, поданной в сеть. За 2000–2015 гг. по нашим расчетам согласно официальным данным Росстата [3] доля утечек увеличилась в среднем по Сибирскому округу с 15,8% до 20,6% (табл. 2).

Утечка воды происходит при транспортировке воды к потребителям. Потери воды из водопроводной сети и емкостных сооружений включают: расходы воды при авариях и повреждениях на сети до их локализации и при утечке через водоразборные колонки; скрытые утечки воды из сети и емкостных сооружений; расходы воды, не регистрируемые водоснабжающим предприятием. Неучтенный расход воды включает также использование воды на тушение пожаров, на учебные цели по тушению пожаров.

Относительно небольшая доля утечек и неучтенных расходов воды отмечается в настоящее время в Республике Тыва и Алтайском крае (13%). Максимальный размер утечек характерен для Кемеровской и Томской областей. Получается, что в этих регионах объем потерь питьевой воды в «дырявых» сетях почти равен 1/3 объема ее подачи потребителям, хотя на подготовку и перекачку воды были затрачены значительные средства. С 2000 по 2015 г. в Хакасии, Бурятии, Красноярском крае произошло снижение

доли утечек на 8–9,5 процентных пунктов, в республике Алтай на 11, а Кемеровской области на 14 процентных пунктов.

В абсолютном выражении объем утечек и неучтенных расходов воды в большинстве регионов уменьшился на 15–30%, однако на фоне опережающего сокращения водопотребления населением, коммунально-бытовыми предприятиями и организациями, финансируемыми из бюджета, отмечался рост доли утечек воды во всех федеральных округах. Всего в системе ЖКХ Сибири теряется около 400 млн. м³ питьевой воды. Потери воды из-за неудовлетворительного состояния водопроводных сетей наносят, помимо экономического и экологического, колоссальный ущерб здоровью населения. Это основной источник не только утечек, но и поступления загрязнений в саму сеть из-за перепадов давления в ней. Именно поэтому у нас оказываются совершенно недостаточными стандартные для развитых стран системы водоподготовки [4].

Подземные воды в балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения на территории округа занимают значительное место. Доля их использования в среднем составляет 45% от общего водопотребления, а в 7 из 12 субъектов – более 80 %. Для обеспечения населения водой разведано 1890 месторождений (участков месторождений) пресных и слабоминерализованных подземных вод, 948 из которых эксплуатируются [1].

С 2001 по 2014 г. объем использования подземных вод на эти цели сократился в Сибири с 2,83 до 1,72 млн. м³/сутки (40%). В Бурятии это сокращение составило 49%, в Омской области – 60%, в Кемеровской области – более 65%. Это очень негативный факт, так как подземные воды наиболее защищены от загрязнений. Лишь в Республике Алтай наблюдался незначительный рост данного показателя.

Водозаборы из поверхностных источников не имеют необходимого комплекса очистных сооружений и не обеспечивают полного обеззараживания и очистки воды. Через очистные сооружения предварительной очистки и водоподготовки пропускается в среднем по Сибирскому округу 50% общего количества воды, поданной в сеть (табл. 3).

За 15 лет XXI века пропуск воды через очистные сооружения увеличился только на 3 процентных пункта. Максимальный прирост этого показателя отмечался в Кемеровской области и Алтайском крае – 21,5 и 19,7% соответственно, наибольшее снижение – в Республике Тыва. Наибольший пропуск воды через очистные сооружения предварительной очистки и водоподготовки наблюдался в 2015 г. в Томской и Омской областях (98,8 и 90,5%). В республиках Алтай и Бурятия питьевая вода через очистные сооружения предварительной очистки и водоподготовки не пропускалась.

В последние годы во многих регионах за счет привлечения средств бюджетов, внебюджетных источников, займов и других инвестиций проводится комплекс мероприятий по рациональному расходованию воды в жилищном фонде. В результате объем использования воды на хозяйственно-питьевые нужды в Сибири заметно сокращается. С 2000 по 2015 г. среднесуточное водопотребление из централизованных систем водоснабжения в расчете на одного человека снизилось с 259 до 145 л. При этом в девяти субъектах федерации оно превышало 160, а в пяти субъектах было ниже 100 л/сутки (последние – с большой долей сельского населения).

Состояние как поверхностных, так и подземных источников централизованного питьевого водоснабжения и качество воды в местах водозабора изменяются крайне медленно и продолжают оставаться неудовлетворительными. Высокая доля неудовлетворительных проб из централизованных источников отмечается в тех субъектах Сибирского округа, где в большей степени в качестве источников централизованного водоснабжения используются поверхностные воды. За 2000–2015 гг. доля неудовлетворительных проб по санитарно-химическим показателям в водоемах первой категории выросла в среднем по Сибири на 1,3 процентных пункта (рис.1). При этом в двух субъектах произошло снижение данного показателя, в Иркутской области очень существенное (во многих субъектах число отобранных проб составило меньше 100 и они на рисунке не представлены). Что касается микробиологических показателей, то доля неудовлетворительных проб по ним за 15 лет в водоемах Сибири снизилась

на 6,6 процентных пункта. Такое снижение произошло в водоемах практически всех субъектов, кроме Омской области. Наиболее значительным оно было в Красноярском крае – на 24,6 процентных пункта.

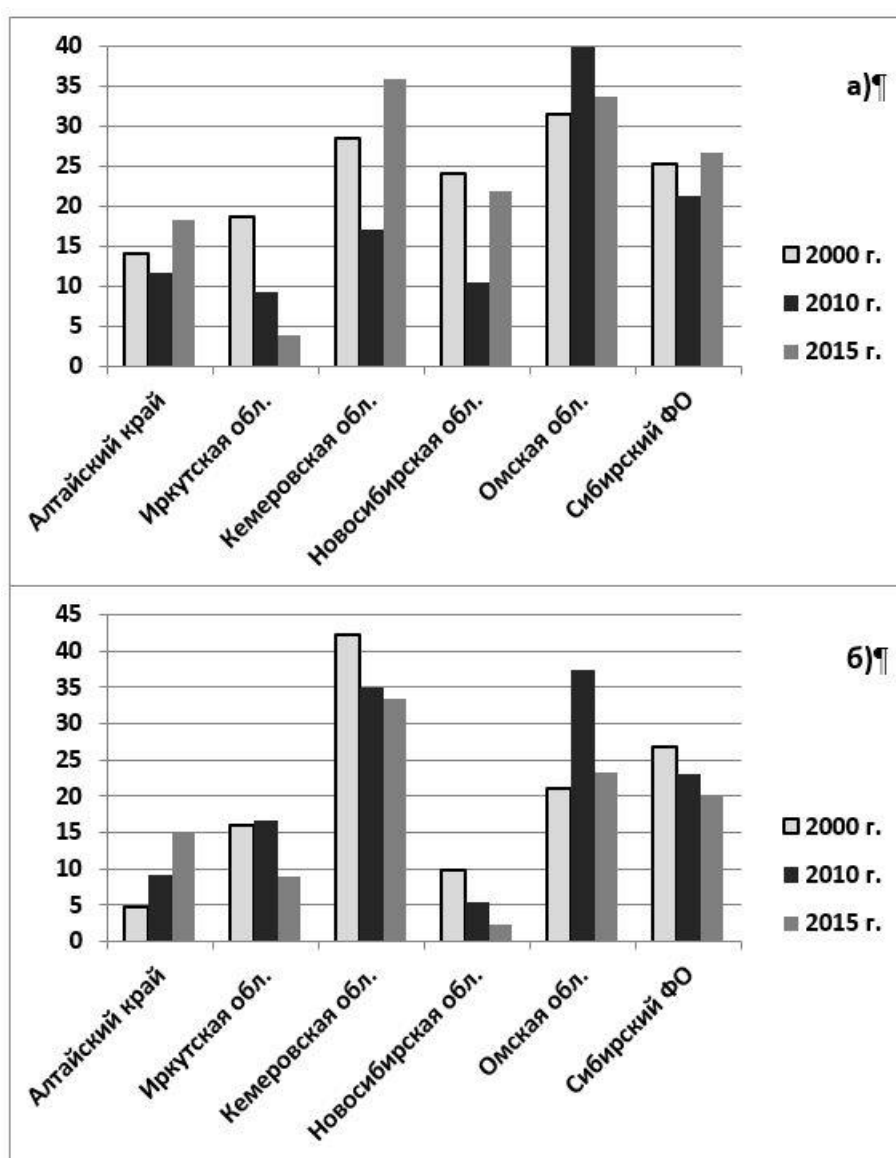


Рис. 1 – Удельный вес исследованных проб, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям в водоемах I категории регионов Сибири: а) по санитарно-химическим показателям; б) по микробиологическим показателям, %

Ситуация с обеспеченностью населения питьевой водой, отвечающей требованиям безопасности, улучшается очень медленно. Особенно тревожная ситуация сложилась в сельской местности. В 2015 г. лишь 74,1% жителей сибирских сел было обеспечено доброкачественной и условно доброкачественной питьевой водой. В Новосибирской области только 54% сельских жителей были обеспечены доброкачественной питьевой водой, в Хакасии – 42%, но самое худшее положение отмечалось в Бурятии – 33% (табл.4).

В городских поселениях 97% жителей Сибири пьют доброкачественную воду. Но в Забайкальском крае этот показатель не превышает 81%. К субъектам РФ, в которых сложилась благополучная обстановка с обеспечением водой надлежащего качества, относится Республика Алтай, где население обеспечено доброкачественной и условно доброкачественной питьевой водой полностью. В Кемеровской области питьевой водой, отвечающей требованиям безопасности, обеспечено 100% горожан и более 98% сельчан, в Алтайском крае – 99,7 и 91,5% соответственно.

В ближайшие годы комплекс первоочередных мероприятий по предотвращению кризиса в водопроводном хозяйстве должен быть направлен на повышение санитарной и технологической надежности водопроводных сооружений и сетей и всемерную экономию воды, не требующих существенных затрат. Принципиальные же изменения технологии и техники в водопроводно-канализационном хозяйстве можно отнести на перспективный период. В первую очередь требуется создание надежных зон санитарной охраны объектов водоснабжения, начиная с водозаборных сооружений. Очень важен поиск и ликвидация нерациональных расходов и утечек воды.

Таблица 1 – Доля площади жилищного фонда, оборудованной водопроводом, % [3]

Субъект федерации	В городской местности			прирост за 2000–2015 гг., %	В сельской местности			прирост за 2000–2015 гг., %
	2000 г.	2010 г.	2015 г.		2000 г.	2010 г.	2015 г.	
Сибирский федеральный округ	82,0	84,8	86,2	4,2	32,2	37,8	46,7	14,5
Республика Алтай	60,4	64,0	66,2	5,8	9,9	19,9	33,1	23,2
Республика Бурятия	72,9	74,9	74,2	1,3	15,2	13,2	11,9	-3,3
Республика Тыва	62,3	61,5	57,0	-5,3	2,4	7,9	4,7	2,3
Республика Хакасия	75,3	86,5	88,0	12,7	16,3	17,8	26,3	10,0
Алтайский край	83,8	88,6	89,5	5,7	50,3	59,0	67,7	17,4
Забайкальский край	67,8	68,6	70,1	2,3	5,7	8,0	10,9	5,2
Красноярский край	85,2	88,8	91,5	6,3	24,7	28,0	41,0	16,3
Иркутская область	80,4	82,5	81,7	1,3	10,3	10,3	14,2	3,9
Кемеровская область	85,8	87,3	88,2	2,4	62,8	67,7	69,6	6,8
Новосибирская область	84,9	88,0	89,7	4,8	39,7	48,0	66,2	26,5
Омская область	77,9	81,5	85,3	7,4	28,0	32,7	50,2	22,2
Томская область	89,2	88,2	88,8	-0,4	42,2	53,3	59,1	16,9

Литература

1. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Российской Федерации в 2014 г. Вып. 38. – М: Геоинформмарк, 2015. – 236 с.
2. Обеспеченность населения питьевой водой, отвечающей требованиям безопасности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fedstat.ru/indicators/start.do>
3. Федеральная служба государственной статистики. Центральная база статистических данных. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cbsd.gks.ru>
4. Фирсова Е. Ю. Научные основы ресурсосбережения в водохозяйственном комплексе России (по материалам доклада члена-корреспондента РАН В. И. Данилова-Данильяна). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://onznews.wdcb.ru/doi/2010NZ000011.html>

Таблица 2 – Доля утечек и неучтенных расходов воды в общем объеме воды, поданной в сеть, %

Субъект федерации	Отношение утечки к объему воды, поданной в сеть, %				Изменения за 2000–2015 гг., %
	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	
Сибирский федеральный округ	15,8	20,9	19,6	20,6	4,8
Республика Алтай	13,9	13,2	14,5	24,5	10,6
Республика Бурятия	13,0	13,2	15,7	22,5	9,5
Республика Тыва	8,5	5,9	11,9	12,6	4,1
Республика Хакасия	14,5	20,0	17,7	22,7	8,2
Алтайский край	11,2	21,7	14,8	13,4	2,2
Забайкальский край	16,9	16,9	11,4	16,3	-0,6
Красноярский край	12,1	20,8	20,9	19,9	7,8
Иркутская область	14,9	13,6	15,3	18,7	3,8
Кемеровская область	19,0	24,8	27,8	32,9	13,9
Новосибирская область	18,4	22,1	14,4	16,9	-1,5
Омская область	14,9	23,1	21,1	18,2	3,3
Томская область	27,9	32,6	35,3	32,1	4,2

Таблица 3 – Пропуск воды через очистные сооружения в общем объеме поданной воды, %

Субъект федерации	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2013 г.	2015 г.	Прирост за 2000–2015 гг., %
Сибирский федеральный округ	47,1	50,7	51,2	52,1	50,2	3,1
Республика Алтай	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Республика Бурятия	6,6	5,2	1,8	2,3	5,0	-1,6
Республика Тыва	13,5	3,8	4,4	18,0	0,0	-13,5
Республика Хакасия	65,9	41,1	62,0	50,6	69,0	3,1
Алтайский край	43,3	56,5	59,1	61,9	63,0	19,7
Забайкальский край	10,2	9,5	6,5	4,3	7,1	-3,1
Красноярский край	18,3	22,2	21,6	18,5	16,9	-1,4
Иркутская область	33,2	25,2	26,3	29,3	23,5	-9,7
Кемеровская область	54,6	56,4	71,6	69,7	76,1	21,5
Новосибирская область	75,5	82,9	81,8	87,0	86,5	11,0
Омская область	82,3	92,8	92,2	95,2	90,5	8,2
Томская область	91,5	96,0	99,9	97,8	98,8	7,3

Таблица 4 - Обеспеченность населения питьевой водой, % всего населения

Субъект федерации	Обеспечены доброкачественной и условно доброкачественной питьевой водой			Обеспечены недоброкачественной питьевой водой			Население, не охваченное оценкой качества воды		
	2009	2012	2015	2009	2012	2015	2009	2012	2015
	в городских поселениях								
Сибирский федеральный округ	94,7	95,4	97,1	4,9	4,1	2,6	0,34	0,50	0,30
Республика Алтай	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
Республика Бурятия	81,4	88,4	92,2	13,6	7,0	3,7	5,10	4,63	4,10
Республика Тыва	94,9	100,0	96,0	5,1	0,0	0,0	0,00	0,00	3,97
Республика Хакасия	90,1	98,0	95,6	9,9	2,0	4,4	0,00	0,00	0,00
Алтайский край	98,1	98,5	99,7	1,9	1,5	0,0	0,00	0,00	0,34
Забайкальский край	77,6	78,3	81,0	22,4	21,7	19,0	0,00	0,06	0,00
Красноярский край	95,9	96,1	99,8	3,4	2,0	0,2	0,68	1,92	0,06
Иркутская область	97,5	97,5	99,4	2,5	2,5	0,5	0,00	0,00	0,14
Кемеровская область	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
Новосибирская область	90,9	89,9	93,4	8,9	10,1	6,6	0,23	0,00	0,05
Омская область	94,6	96,5	97,5	5,4	3,3	2,3	0,00	0,23	0,17
Томская область	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
	в сельской местности								
Сибирский федеральный округ	68,5	69,0	74,1	18,5	14,7	11,6	12,9	16,3	14,4
Республика Алтай	92,2	99,0	100,0	5,7	0,0	0,0	2,0	1,0	0,0
Республика Бурятия	41,2	32,0	33,1	27,1	13,4	10,4	31,7	54,6	56,5
Республика Тыва	92,1	89,0	95,4	7,4	10,6	2,6	0,6	0,4	2,0
Республика Хакасия	33,4	28,8	42,3	43,0	42,6	36,5	23,6	28,6	21,2
Алтайский край	82,6	82,4	91,5	11,3	11,3	3,7	6,1	6,3	4,9
Забайкальский край	93,6	93,1	89,0	2,6	2,8	3,9	3,9	4,1	7,1
Красноярский край	55,1	58,4	65,6	15,3	6,7	4,2	29,6	34,9	30,3
Иркутская область	81,4	81,1	86,2	4,2	4,6	2,9	14,4	14,3	10,8
Кемеровская область	98,5	98,6	98,4	0,0	1,4	1,6	1,5	0,0	0,0
Новосибирская область	47,0	52,2	54,5	34,5	21,5	29,3	18,6	26,2	16,2
Омская область	61,4	61,3	63,1	34,2	34,8	29,6	4,3	3,9	7,3
Томская область	47,6	54,3	68,2	44,7	37,1	27,5	7,7	8,5	4,3

РАЦИОНАЛЬНОЕ ОСВОЕНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН ТЕЛЕЦКОГО ОЗЕРА АЛТАЯ ДЛЯ КУРОРТНО- РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Джабарова Н.К.¹, Кац В.Е.², Коханенко А.А.¹, Сидорина Н.Г.¹, Яковенко Э.С.¹

¹ *Сибирский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, г. Северск, Россия*

² *ТЦ «Алтайгеомониторинг» АО «Алтай-Гео», РА, с. Майма, Россия*

e-mail: sidorinang@med.tomsk.ru

Аннотация. Дана оценка курортно-рекреационного потенциала двух лечебно-оздоровительных местностей (ЛОМ) в пределах северного и южного побережья Телецкого озера Горного Алтая. Показаны перспективы освоения лечебной местности северного побережья для строительства горноклиматического курорта с дальнейшим развитием бальнеологического профиля за счёт разработки участка минеральных вод. Освоение ЛОМ в пределах южного побережья озера перспективно для развития лечебно-оздоровительного и экологического туризма в удалённом районе республики с его богатым рекреационным потенциалом.

Ключевые слова: Горный Алтай, лечебно-оздоровительная местность, курортно-рекреационный потенциал, минеральные воды

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF NATURAL RESOURCES OF LAKE TELETSKOYE COASTAL ZONES (GORNYY ALTAI) FOR RESORT AND RECREATIONAL ACTIVITY

Dzhabarova N.K.¹, Kats V. E.², Kokhanenko A.A., Sidorina N.G.¹, Yakovenko E.S.¹

¹ *Federal Siberian Research Clinical Center under the Federal Medical Biological Agency, Seversk, Russia*

² *“Altaigeomonitoring” Center, “Altai-Geo” Joint-stock company, Maima village, Russia*

e-mail: sidorinang@med.tomsk.ru

Abstract. An assessment of resort and recreational capacity of two medical-health areas (MHA) in the northern and southern coast of Lake Teletskoye in Gorny Altai is given. The prospects of development of the medical area of the northern coast for the construction of mountain resort with further development of a balneological profile due to the development of the field of mineral waters are shown. The development of the territory in the southern coast of the lake is perspective for development of medical-health and ecological tourism in the remote region of the republic with its rich recreational potential.

Keywords: Gorny Altai, medical-health area, resort and recreational potential, mineral waters

Республика Алтай позиционируется как один из привлекательных рекреационных центров СФО и входит в десятку наиболее посещаемых туристами регионов страны. Для перспективного развития туристской отрасли разработана «Генеральная схема размещения туристских и оздоровительных объектов в Республике Алтай», которая предусматривает организацию многофункциональных зон на территории Майминского и Чемальского районов, в окрестностях Телецкого озера и горы Белуха [3].

Курортологическое обследование отдельных территорий в пределах Майминского, Чемальского, Онгудайского, Турочакского, Шебалинского, Усть-Канского, Усть-Коксинского, Улаганского районов показало

возможности развития и курортно-рекреационной отрасли в Республике Алтай [2].

Телецкое озеро, расположенное среди высоких горных хребтов на северо-востоке Республики Алтай, относится к самым живописным и самобытным местам России и выполняет особую рекреационную роль на Алтае. Сложность горно-долинного рельефа в сочетании с крупным водоёмом формирует различные типы климата на довольно небольшой территории - от высокогорного сурового до климата с чертами морского в прибрежной полосе. Характерной их особенностью является частая повторяемость фёнов, которые наибольшей интенсивности достигают в нижней части долин Чулышмана, Башкауса и меридиональной части Телецкого озера [4-6]. Климат в районе Телецкого озера умеренно континентальный: продолжительная зима, смягченная широко развитой фёновой циркуляцией и влиянием отепляющего эффекта озера, и непродолжительное тёплое лето с несколько пониженными температурами вследствие влияния слабо прогреваемого озера [6].

Водные и горные рекреационные ресурсы в районе бассейна Телецкого озера активно используются в спортивно-туристских и рыболовно-охотничьих целях. На основе классификации типов рекреационного использования гор выделены [1] основные типы рекреационной деятельности в данном районе: горно-туристский и спортивно-оздоровительный (побережье озера и южная часть территории), массовый прогулочно-оздоровительный (доступные лесные массивы), лечебно-оздоровительный (северное и южное побережье).

Цель работы: оценить перспективы развития курортно-рекреационной деятельности в Республике Алтай за счёт рационального использования природных ресурсов отдельных местностей северного и южного побережья Телецкого озера.

На основе комплексных курортологических исследований в пределах территории побережья озера выделены лечебно-оздоровительные местности

(ЛОМ) для освоения. Оценены основные показатели курортно-рекреационного потенциала (ландшафтная зона, световые ресурсы, термический режим, комфортность и биотропность климата, климато-рекреационный потенциал, наличие минеральных природных вод) территории выделенных лечебных местностей в пределах северного и южного побережья Телецкого озера.

Биоклиматические особенности горных лечебно-оздоровительных местностей выступают в качестве важного курортного лечебного ресурса, обладающего ярко выраженными оздоровительными свойствами, способствующими созданию благоприятного фона для организации всего комплекса курортного восстановительного лечения, целенаправленной климатотерапии, оздоровительного отдыха и туризма. Оценка благоприятности ландшафтно-климатических условий местности проводилась по основным показателям климато-курортологического потенциала территории (ККТП) для лечебно-оздоровительных целей [8]. Интегральная оценка биоклиматического потенциала местности проводилась согласно критериям методических рекомендаций Минздрава РФ 96/226 «Биоклиматический паспорт лечебно-оздоровительной местности».

Оценка качества и типизация вод проводились в соответствии с требованиями ГОСТ Р 54316-2011 «Воды минеральные природные питьевые».

На северном побережье озера в пределах активно развивающейся Прителецкой рекреационной зоны оценена ЛОМ в бассейне р. Бии и притоков Иогач и Самыш, среди отрогов хребтов Сумультинского и Алтынту. Географически ЛОМ «Бие-Телецкая» относится к Прителецкому биоклиматическому району Северо-Восточно-Алтайской провинции Алтая [6]. Здесь в основном преобладают низко- и среднегорные ландшафты с черневыми высокотравными лесами. Оценка всех компонентов ландшафтно-растительных ресурсов рассматриваемой территории соответствует категории благоприятной для курортно-рекреационного использования.

Выделенная местность по количеству солнечных часов за год, оптимальному режиму УФ радиации, преобладающей повторяемости благоприятных погод, длительным периодом без морозов и с устойчивым снежным покровом является благоприятной для развития рекреационной деятельности во все сезоны года (таблица 1).

Число дней с благоприятными для рекреации погодами в дневные сроки за год около 250 (60% за год). Число дней с неблагоприятными погодами, вызывающими состояние дискомфорта у здоровых людей и метеореакции у больных и ослабленных, насчитывается 140–145 дней в год (38–40 %), из них 80–95 дней приходится на тёплый период. Повторяемость абсолютно неудовлетворительных для целей рекреации погод 6-7 дней за год. В целом, за год для режима погод характерна умеренно выраженная комфортность и слабо выраженная биотропность.

По величине климаторекреационного потенциала ЛОМ «Бие-Телецкая» относится в тёплый период к благоприятной местности (КРП-41 балл), а в холодный – к относительно благоприятной местности (КРП-25 баллов) для климатолечебных и рекреационных мероприятий. Проведение гелиотерапии возможно в течение 7 месяцев, а с оптимальными для неё термическими условиями на открытом воздухе с мая по сентябрь. В остальные месяцы (октябрь-апрель) возможна гелиотерапия в специальных павильонах.

По величине биоклиматического потенциала основных медико-климатических параметров ЛОМ «Бие-Телецкая» относится к категории территорий тренирующего (относительно благоприятного) воздействия климата на организм человека, по своим ландшафтно-климатическим особенностям является благоприятной местностью для организации различных форм климатолечения и отдыха с развитием рекреационных комплексов круглогодичного действия.

При курортологическом обследовании территории в окрестностях села Артыбаш выявлены источники подземных слабоминерализованных ($M 0,3 \text{ г/дм}^3$) слабощелочных вод гидрокарбонатного кальциевого состава с содержанием ионов серебра в различных концентрациях (5 - 15 мкг/дм^3).

В пределах обследованной местности выявлены лечебные глины, имеющие выход в русле р. Иогачка (в 3км от с. Иогач). Рекомендуется провести поисково-разведочные работы с оценкой запасов кондиционного лечебного сырья.

Таблица 1 – Основные показатели климато-курортологического потенциала (ККТП) территории лечебно-оздоровительных местностей прибрежных зон озера Телецкое

Показатели биоклимата	Лечебно-оздоровительная местность	
	Бие-Телецкая (Турочакский административный район)	Чулышманская (Улаганский административный район)
Биоклиматическая провинция	Северо-Восточная Алтайская	Восточная Алтайская
Биоклиматический район	Прителецкий	Чулышманский
Ландшафтно-климатическая зона	Предгорье и низкогорье Бие-Телецкий бассейн	Низкогорье Долина реки Чулышман
Высота над уровнем моря, м	400-800	445-550
Число часов солнечного сияния: за год	1900	2010
Периоды: УФ – комфорт, Гелиотерапия, месяцы: Возможной (7) Оптимальной (5)	УФ-комфорт 7 5	УФ-комфорт, следы избытка УФ в середине лета 7 4-5
Безморозный период 115-130 дней	114-129	100
Число благоприятных для рекреации погод, (дни)	250	200-210
Степень биотропности климата	Слабо выраженная индифферентная	Слабо выраженная
Степень комфортности климата	Умеренно комфортно	Достаточно и умеренно комфортно
Число дней с фёнами	Около 100	Более 100
Средняя т-ра января, °С	-9,4 ... -15,5	-12...-15
Средняя т-ра июля, °С	17,5-16,2	17-18
Число дней с суровыми погодами в 13 час за год	3-4	3
Климаторекреационный потенциал (КРП), баллы	66	60
Ранг местности	1-2 ранг	2 ранг
Характеристика местности по качеству ККТП	Высокий потенциал	Достаточный потенциал
Профиль рекреационной деятельности	Климатический, климатобальнеологический, туристический	Климатобальнеологический, сезонное климатолечение, туристический

Освоение ЛОМ «Бие-Телецкая» планируется для строительства горноклиматического курорта «Золотое озеро» круглогодичного действия. В перспективе возможно развитие и бальнеологического профиля курорта за счёт освоения Пыжинского участка минеральных вод, расположенного в водосборном бассейне р. Бии и Телецкой озерной котловины в 50 км южнее с. Иогач. При поисково-оценочных и позднее геологоразведочных работах на каменные угли (Алтайская геофизическая экспедиция, 1980-1985 гг., Нерудная партия, 1983-1988 гг.) в пределах Пыжинского грабена установлены минеральные и минерализованные подземные воды в угленосных отложениях триасового и среднедевонского возраста. В пределах Пыжинского участка вскрыты разнообразные по минерализации и основному составу подземные воды (таблица 2).

При бурении скважины 337 на глубине 585 м в основании угленосной триасовой толщи на контакте ее с осадочно-вулканогенными породами среднего девона вскрыты напорные минеральные воды (самоизливались). Дебит скважины на момент бурения составлял 1,0 м³/час. Вскрытая мощность девонских соленосных отложений составила 55 м.

По результатам исследований в сезонной динамике (Томский НИИКиФ, 07.1994 – 01.1995 г.г.) в воде скв. № 337 из специфических компонентов выявлены кремниевая кислота (11-18 мг/дм³), борная кислота (до 22 мг/дм³), бром (5,4-11 мг/дм³), фтор (1,6-8,9 мг/дм³), йод (0,5-1,1 мг/дм³), что ниже бальнеологических норм. В воде не обнаружены радионуклиды искусственного происхождения. Содержание естественных радионуклидов не превышало ПДК для природных вод. Газовый состав воды преимущественно азотный. Согласно данным (ЭГП «Ноосфера», 1995 г) в пробе воды содержание водорастворимых газов (% об.): N₂ – 80,4; O₂-5,9; CO₂ - 4,0; CH₄ – 9,7. В воде скважины выявлены растворимые органические вещества (РОВ), концентрация которых менялась по сезонам года от 3,5 до 30,1 мг/дм³, при этом максимальные значения отмечены в осенне-весенний период. Органические вещества в воде, в основном, представлены гуминовыми веществами (55-73%) и битумными фракциями (27-34%). Из

эссенциальных микроэлементов в воде определены мышьяк, марганец, цинк, медь, сурьма.

Таблица 2 – Сравнительный анализ гидрохимического состава природных минеральных вод Пыжинского участка (ТЦ «Алтайгеомониторинг» АО «Алтай-Гео»)

№	Показатели	Ед. измерения	Скважина № 337 (Глубина 585 м) (4 пробы, 2004-2010 гг.)	Скважина № 317 (Глубина 142 м) (17 проб, 1999-2016 г.)	Скважина № 315 (Глубина 464 м) (13 проб, 2000-2014 г.)
1	Аммоний	мг/дм ³	0,005-0,6	0,005-0,6	0,001-0,6
2	Бор	мг/дм ³	1,375	0,004-0,011	0,06-0,18
3	Водородный показатель (рН)	ед. рН	7,6-9,8	6,9-9,4	7,0-9,3
4	Гидрокарбонаты	мг/дм ³	1482-1745	150-348	250-311
5	Железо общее	г/дм ³	0,01	1,2-3,07	0,086-1,5
6	Жесткость	⁰ Ж	1,4-1,95	2,2-2,7	1,55-1,9
7	Йод	мг/дм ³	0,52-1,1	0,0013-0,017	0,001-0,076
8	Кальций	мг/дм ³	12-18	9-36	9-13
9	Литий	мг/дм ³	10,6-19,4	0,0036-0,009	0,003-0,065
10	Магний	мг/дм ³	6,7-13,9	3,7-15	10,94-29,9
11	Минерализация	г/дм ³	5,1-6,3	0,19-0,4	0,35-0,52
12	Мутность	ЕМФ	0,5-57,69	0,5-4,62	0,5-4,3
13	Натрий (с калием)	мг/дм ³	1688-2170	3,5-78	57,96-81,61
14	Нитриты	мг/дм ³	0,005-0,6	0,001-0,006	0,005-0,02
15	Нитраты	мг/дм ³	0,005-9,3	0,001-4,9	0,005-4,9
16	Окисляемость перманганатная	мг/дм ³	2,48-5,6	0,48-1,28	0,48-1,98
17	Окись кремния	мг/дм ³	4,0-8,5	4-15	5-15
18	Сульфаты	мг/дм ³	265-416,6	0,7-12,1	1,21-7,1
19	Углекислота	мг/дм ³	-	2-176	-
20	Фтор	мг/дм ³	0,53-8,97	0,05-0,33	0,16-0,9
21	Хлориды	мг/дм ³	1470-2300	0,2-14,6	9,34-20,68
22	Щелочность	мг/дм ³	24,7-28,6	2,4-5,7	4,1-57,0
Формула ионного-состава воды, типизация согласно ГОСТ Р 54316-2011					
Cl 60 HCO ₃ 31 SO ₄ 9 М 5,1-6,3 ----- Na 98			HCO ₃ 92 Cl 5 SO ₄ 3 М 0,2-0,4 ----- Ca 50 Mg 30 Na 20		HCO ₃ 91 Cl 7 SO ₄ 2 М 0,35-0,52 ----- Na 64 Mg 23 Ca 13
Вода среднеминерализованная гидрокарбонатно-хлоридная натриевая XXVIII группа минеральных питьевых лечебно-столовых вод			Воды пресные гидрокарбонатные натриево-магниевые-кальциевые (магниевые-натриевые) II группа минеральных питьевых столовых вод		

Исследованиями последних лет установлен факт наличия высоких концентрации лития в воде скважины 337. Так, в 3-х пробах воды из скважины, отобранных ТЦ «Алтайгеомониторинг» АО «Алтай-Гео» (2005, 2008, 2010 гг.), выявлены концентрации лития от 10,6 до 19,4 мг/дм³ (лаборатория СО РАН). Согласно критериям нормативных документов на минеральные воды в разных странах концентрации лития варьируют от 5 до 10 мг/дм³. В европейских странах воды, содержащие литий, имеют широкое практическое применение в оздоровительных целях. В нашей стране данный тип вод не рассматривается в качестве лечебных. Нормативов на содержание лития в воде нет в Национально стандарте Российской Федерации (ГОСТ Р 54316-2011 «Воды минеральные природные питьевые»).

Основные эссенциальные эффекты лития заключаются в том, что у здорового человека литий, поступающий с пищей и водой, поддерживает нормальную возбудимость центральной нервной системы (ЦНС) и тонус сосудов путём предупреждения избыточной концентрации норадреналина в ЦНС, а также путём регуляции натрия в нервных и мышечных клетках. При достаточной обеспеченности литием чувствительность мозга к дофамину повышается, что снижает риск болезней зависимости. Системный анализ имеющихся исследований [7] указывает на существование ряда параллельных механизмов воздействия лития на организм. Во-первых, ионы лития участвуют в гомеостазе одновалентных и двухвалентных катионов, что в частности оказывает влияние на регуляцию артериального давления. Во-вторых, участие ионов лития в метаболизме простых сахаров, липидов и простагландинов позволяет предположить антиатеросклеротический и антидиабетический эффекты препаратов лития. В-третьих, ионы лития модулируют гомеостаз разных нейротрансмиттеров. В-четвёртых, ионы лития увеличивают синтез нейротрофических факторов, а также повышает чувствительность клеток нервной системы к воздействию нейротрофинов.

Сложность проблемы состоит в том, что эссенциальные микроэлементы, к которым относится литий, при определенных условиях

могут вызывать токсические реакции, а отдельные токсичные микроэлементы при определенной дозировке и экспозиции могут обнаруживать свойства, оказывающие полезные действия и даже жизненно важные. С этих позиций, оценка качества и бальнеологической ценности подземной воды скважины 337 Пыжинского участка является особенно актуальной.

Скважина 317 находится в 15 м от правого берега р. Учал. Расход воды в скважине, на которой ТЦ «Алтайгеомониторинг» АО «Алтай-Гео» проводит мониторинговые исследования, варьирует от 0,2 до 0,42 л/сек., температура воды колеблется от 3,9°C до 6,4°C в разные сезоны года.

Скважина 315 находится в 600 м ниже по течению р. Учал непосредственно в его русле. На скважине также проводятся мониторинговые наблюдения (ТЦ «Алтайгеомониторинг» АО «Алтай-Гео»). Расход воды в скважине варьирует от 0,14 до 0,45 л/сек., температура воды колеблется от 4,3°C до 6,6°C в разные сезоны года.

Скважины 315 и 317 вскрывают водоносную зону триасовых терригенных пород. Наличие железа в скважине 317, по-видимому, объясняется тем фактом, что буровая скважина вскрыла угленосные породы, в которых железо присутствует в количестве до 45%.

По результатам исследований состава вод в сезонной динамике (2000-2016 гг.) подземные воды скважин 315 и 317 отнесены к холодным пресным слабощелочным (щелочным) по составу гидрокарбонатным натриево-магниевым-кальциевым (магниевым-натриевым) минеральным питьевым столовым водам II группы (ГОСТ Р 54316-2011).

Необходимы работы по оценке запасов минеральных вод Пыжинского участка для обеспечения лечебно-сырьевой базы будущей здравницы. Целесообразно продолжить исследования вод на содержание органических веществ и лития с целью уточнения их качества и бальнеологической ценности для использования в лечебных целях.

С учётом возможных рекреационных нагрузок на уникальные природные комплексы и мероприятий, исключающих лавиноопасность в

местах пребывания людей, в пределах территории ЛОМ «Бие-Телецкая» выбраны участки для размещения объектов строительства бальнеологической здравницы (открытая солнечная местность в долине реки Пыжа на высоте около 500 м, в 18 км от п. Артыбаш) и горнолыжной трассы (участок на горе Кукуя высотой 1385 м, в 5 км к югу от с. Иогач). Наличие трудовых ресурсов (с. Артыбаш и с. Иогач), хорошей автомобильной трассы от Горно-Алтайска (столицы республики), прямой выход туристов по дороге Таштагол-Турочак через Кемеровскую область с развитой транспортной сетью определяют перспективность развития планируемого курорта «Золотое озеро».

На южном побережье Телецкого озера выделена и оценена ЛОМ в долине реки Чулышман на высоте 447 м. Обследованная местность в районе источника «Адышту» представляет собой береговую линию с максимальной шириной 300 м, вытянутую с севера на юг. На площадке недалеко от источника (памятник природы республиканского значения «Источник Адышту») имеется небольшой ванный павильон, домики для отдыха (аилы).

Вода источника с содержанием метакремниевой кислоты (до 32,0 мг/дм³) и сероводорода (до 1 мг/дм³). В составе воды родника обнаружены в макроколичествах такие эссенциальные элементы как железо, марганец, цинк, мышьяк и литий. Родник активно используется населением в лечебных целях.

Географически территория ЛОМ относится к Чулышманскому биоклиматическому району Восточной Алтайской провинции [6]. По числу часов солнечного сияния за год (более 2000), величине климаторекреационного потенциала с избытком УФ-лучей в летние месяцы ЛОМ «Чулышманская» относится к благоприятным местностям для климатолечебных и рекреационных мероприятий в летний период (см. табл.1).

Освоение данной местности перспективно для развития лечебно-оздоровительного и экологического туризма в Улаганском районе

Республики Алтай. Одними из факторов, формирующих структуру этих видов туризма, являются биоклиматическая благоприятность, наличие природных лечебных ресурсов, разнообразие и аттрактивность экосистем и ландшафтов территории.

Доступность ЛОМ «Чулышманская» по озеру с севера расширяет возможности активного освоения данной местности. Организованный туризм будет способствовать устойчивому развитию уникальной территории, активное освоение которых связано с ростом доли автотуристов, совершающих путешествия в отдалённые юго-восточные районы республики, богатые археологическими памятниками древней цивилизации (курганы), памятниками природы (перевалы, озера, водопады, уникальное Чулышманское плоскогорье).

Заключение. Туризм, как реальный сектор экономики, является основой инвестиционной привлекательности и одним из приоритетных направлений развития Республики Алтай, что закреплено стратегией социально-экономического развития Сибири на период до 2020 г., а также концепцией развития туризма в Республике Алтай, как модели устойчивого развития горных территорий России, на 2012-2030 гг.

Результаты выполненных курортологических исследований на территории Республики Алтай обосновывают ориентацию этой деятельности на лечебно-оздоровительный туризм с развитием санаторно-курортной базы круглогодичного использования.

Освоение ЛОМ «Бие-Телецкая» в пределах северного побережья Телецкого озера целесообразно для строительства горноклиматического курорта «Золотое озеро» федерального значения с дальнейшим развитием и бальнеологического профиля здравницы за счёт разработки Пыжинского участка минеральных вод.

Освоение ЛОМ «Чулышманская» в пределах южного побережья озера особо перспективно для развития лечебно-оздоровительного и

экологического туризма в удалённом Улаганском районе республики с его богатым рекреационным потенциалом.

Рекомендуется комплексное развитие рекреационных учреждений с учетом современных форм благоустройства и обслуживания, организации лечебного процесса с применением местных природных лечебных факторов, а также антропогенной нагрузки на особо уязвимые горные ландшафты для сохранения экосистемы Телецкого озера, большая часть территории которого входит в Алтайский заповедник.

Литература

1. Азовцев Э.А., Слуцкая Г.Ф. Рекреационные ресурсы Прителецкого района /Возможности развития туризма Сибирского региона и сопредельных территорий: мат.6-й международной НПК. – Томск: Изд-во ТГУ, 2005. – С. 84-88.
2. Джабарова Н.К, Яковенко Э.С., Сидорина Н.Г., Фирсова И.А. Перспективы развития лечебно-оздоровительного туризма на территории Республики Алтай // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2014. – №3. – С. 54-58.
3. Манеев А.Г., Бондаренко А.В., Манеев Г.А., Дмитриев И.И. Перспективы развития экологического туризма в Республике Алтай // Сб.науч.ст. «Проблемы рекреационного природопользования». Вып. 7. – 2014. – С. 38-43.
4. Модина Т.Д. Климаты Республики Алтай. – Новосибирск, 1997. – 178 с.
5. Севастьянов В.В., Севастьянова Л.М. Фёны Горного Алтая. – Томск: Изд-во ТПУ, 2000. – 139 с.
6. Сухова М.Г., Русанов В.И. Климаты ландшафтов Горного Алтая и их оценка для жизнедеятельности человека. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 150 с.
7. Пронин А.В., Остренко К.С., Громова О.А., Калачёва А.Г. Литий - эссенциальный микронутриент // Тверской медицинский журнал. – 2016. – № 6. – С. 143-150.
8. Яковенко Э.С., Слуцкая Г.Ф. Основные категории климата Западной Сибири с позиций курортно-рекреационного освоения // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 1998. – № 1. – С. 44-47.

ОПЫТ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИЗ САЯНО-ШУШЕНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ДРЕВЕСНОГО ХЛАМА И ЕГО ЗАХОРОНЕНИЯ

Жерелина И.В., Быковская И.Н.

ООО «Центр инженерных технологий», г. Барнаул, Россия

e-mail: zherelina@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены особенности работ по сбору древесного хлама с акватории Саяно-Шушенского водохранилища, его извлечению и захоронению. На основе результатов инженерных изысканий охарактеризовано влияние выполненных работ на качество воды водохранилища и состояние окружающей природной среды в районе участка захоронения древесного хлама.

Ключевые слова: Саяно-Шушенское водохранилище, древесный хлам, отходы, извлечение, захоронение.

EXPERIENCE ON REMOVAL OF WOOD RUBBISH FROM SAYANO-SHUSHENSKOYE RESERVOIR AND ITS BURIAL

Zherelina I. V. Bykovskaya I. N.

"Center for Engineering Technologies" Company, Barnaul, Russia

e-mail: zherelina@mail.ru

Abstract. The peculiarities of wood rubbish removal from the Sayano-Shushenskoye reservoir and its burial are considered. Based on the results of engineering research, the effect of works performed on the reservoir water quality and the environment state in the area of the wood rubbish burial is characterized.

Keywords: Sayano-Shushenskoye reservoir, wood rubbish, waste, removal, disposal.

Комплексные изыскания для строительства Саяно-Шушенской ГЭС (далее – СШ ГЭС) начались 04.11.1961, в 1965 году создана дирекция строящейся гидроэлектростанции. Отсыпка перемычек правобережного котлована первой очереди началась 12.09.1968, а полностью Енисей был перекрыт 11.10.1975.

Площадь земель, отведенных под водохранилище, составила 60,0 тыс. га. Общий корневой запас древесины, попадающей в зону затопления, оценен 3 733,0 тыс. м³. Основные запасы древесины – 3 493,0 тыс. м³ – размещались в каньонной части водохранилища, при этом около 76% залесенных площадей имели крутизну 30° и более. В Тувинской котловине корневой запас древесины составил 240,0 тыс. м³. Работы по сводке леса в зоне затопления водохранилища были оценены как убыточные, а перспективы развития лесной промышленности в районах, тяготеющих к этой зоне, отсутствовали. В связи с этим Советом Министров СССР (постановления от 12.03.1974 № ПП-4097 и от 30.04.1974 № ПП-7456) было принято решение о нецелесообразности проведения лесосводки в пределах водохранилища и выполнении лесочистки каньонной части водохранилища лишь на участках

специального назначения, а в зоне затопления в пределах Тувинской котловины – полностью по всей площади. Таким образом, из общего запаса леса на корню в порядке лесочистки было вырублено и сожжено 740 тыс. м³, заготовлено и вывезено различными организациями около 800,0 тыс. м³, остальная древесина осталась на корню.

Уже в первые годы эксплуатации СШ ГЭС акватория водохранилища оказалась засоренной плавающей древесиной (древесным хламом), что стало одной из серьезных проблем его эксплуатации. В решении расширенного заседания технического совета Красноярскэнерго от 26.02.1986 № 1/86 приводится его оценочный объем – 300,0-400,0 тыс. м³. Для сбора плавающего древесного хлама проектом строительства Саяно-Шушенского водохранилища предусматривалось устройство запаней, накопление древесины в заливах-лесоохранилищах и последующее складирование на береговых складах для дальнейшей переработки, в том числе на щепу. Однако, в связи с низким качеством извлеченной из воды древесины, ее утилизация оказалась экономически неэффективной. Так, например, пиролизный цех проектной мощностью 60,0 тыс. м³/год фактически перерабатывал не более 5,5 тыс. м³/год. В связи с выходом низких сортов древесного угля и связанным с этим небольшим спросом на него, а в 2013 году он был закрыт в связи с убыточностью.

В период с 1980-х до 2000-х годов ОАО «Саяно-Шушенская ГЭС» и ФГУ «Управление эксплуатации Саянских водохранилищ» [3] выполнялись работы по накоплению древесного хлама в нескольких заливах водохранилища и его последующей транспортировке (буксировке) водным транспортом к лесному складу в долине р. Джойская Сосновка для естественного перегнивания (табл. 1). Первая очередь лесного склада для захоронения древесного хлама площадью 17,8 га и емкостью до 1 млн. м³ запроектирована Ленгидропроектом в 1994 году. Работы велись в частичном соответствии с проектом, древесный хлам укладывался навалом, не была проведена рекультивация захоронения путем отсыпки на его поверхности

защитного слоя из минерального грунта. В 2009 году площадь участка, занятая навалами древесного хлама, составила 6,42 га [5].

Результаты оценки качества воды в районе берегового склада древесного хлама, выполненной специализированными организациями Санкт-Петербурга [4] в середине 2000-х годов, показали, что размещение древесного хлама в запанях улучшило условия эксплуатации Саяно-Шушенской ГЭС, но способствовало снижению качества воды в заливах. По степени загрязненности вода в заливах оценивалась как «сильно загрязненная», по состоянию биоты – как «слабо-умеренно загрязненная» (мезосапробная). В то же время в открытой части водохранилища вода по состоянию биоты была «достаточно-чистая» (олиготрофная). Загрязненность воды в заливах лишь частично объяснялась поступлением водорастворимых веществ от плавающей древесины, а главным образом - изменениями гидравлического режима и состояния берегов залива, связанными с хранением древесного хлама в них. Скопления древесного хлама провоцировали создание застойных зон в заливах, благоприятных для развития сине-зеленых водорослей.

Качество воды р. Джойская Сосновка, в устье и на берегах которой складировался древесный хлам, не удовлетворяло требованиям водохозяйственного водопользования по содержанию общего железа – 16,9 ПДК, нефтепродуктов – 102 ПДК, БПК₅ – 1,8 ПДК, фенолов – 4 ПДК, меди – 6,1 ПДК. В тоже время отмечено, что в общем балансе поступления загрязняющих веществ в водохранилище, загрязненность от плавающей древесины не превышает 3-5%. Однако в связи с тем, что скопления древесного хлама в заливах способствуют ухудшению качества воды в них, рекомендована необходимость изъятия ее из водоема [4].

В 2009 году ЗАО «Центр инженерных технологий» на основании государственного контракта, заключенного с Енисейским БВУ, разработан проект по сбору, извлечению из водохранилища и захоронению древесного хлама в логу руч. Безымянного, притока р. Джойская Сосновка, на участке

старого лесного склада, где древесный хлам размещался в 1980-2000-х годах [5]. Проект реализован в 2010-2016 гг. За этот период с акватории и заливов водохранилища собрано, извлечено и захоронено 730 тыс. м³ древесного хлама.

Сбор, транспортировка и извлечение древесного хлама запроектированы и выполнялись в соответствии с технологией, апробированной на акватории Саяно-Шушенского водохранилища в 1980-2000 годах. В заливе Джойская Сосновка располагается лесохранилище – акватория, используемая для приема и временного хранения древесного хлама, задерживаемого запанью [1]. Лесоохранилище отделено от основной части акватории Саяно-Шушенского водохранилища запанями № 6 и № 7, выполненными в виде бонов из металлических поплавков (рис. 1). В зоне переменного подпора водохранилища, на землях водного фонда, между отметками 520-540 м БС размещается рейд приплава – лесосплавной рейд для приема древесного хлама и подачи его под выгрузку [1].

Свободно-плавающий и локализованный в заливе Кантегирская Сосновка древесный хлам собирается кошелями – не связанными между собой бревнами или сплочными единицами на плаву, обнесенными плавучим ограждением [1]. Сбор и транспортировка древесного хлама осуществляется четырьмя катерами, при этом два катера толкают кошель («Костромич» и «Ярославец»), а два – тянут (КС-110-35, КМ-155-2Б). Объем кошеля и скорость его транспортировки определены на основе математических расчетов для используемых судов и составили: объем кошеля – 1,5 тыс. м³, скорость свободного хода судов (порожнем) – 18 км/ч; скорость транспортировки кошеля объемом 1,5 тыс. м³ – 5,0 км/ч; скорость транспортировки пустого кошеля – 7,5 км/ч [5]. Эти данные использованы для составления календарного плана и смет на производство работ.

Все работы на воде выполняются в навигационный период, начинающийся с установления уровня верхнего бьефа (далее – УВБ) 506 м, в среднем 17 - 31 мая. Однако ведение лесосплавных работ возможно при

подъеме УВБ до отметки 510 м, который достигается в среднем 24 мая – 5 июня, так как только при этом уровне воды можно открыть замки лесоудерживающих запаней в заливе Джойская Сосновка, где находятся лесохранилище и рейд приплава. Ледостав на водохранилище устанавливается в декабре (до начала января), но уже в ноябре-начале декабря ведение работ на воде осложнено метеорологическими условиями (высокая повторяемость ветров с максимальными скоростями, морозная погода). Таким образом, наиболее поздние сроки окончания лесосплава наступают в III декаде октября - I декаде ноября, а продолжительность работ на воде составляет 150-158 календарных дней.

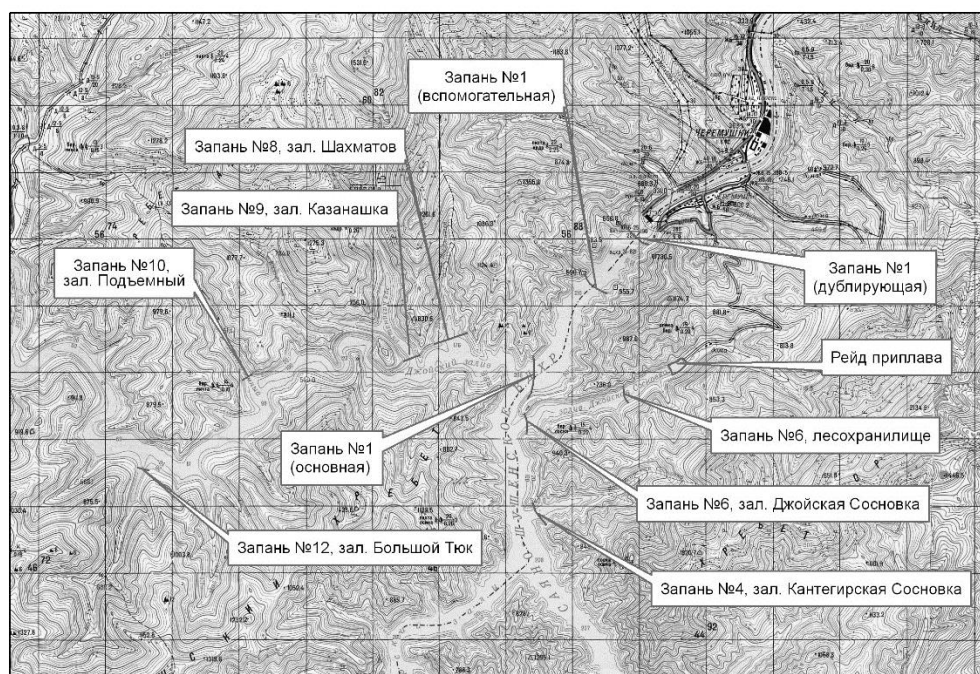


Рис. 1 – Схема района работ сбора и транспортировки древесного хлама

Собранный древесный хлам транспортируется в залив Джойская Сосновка, где локализуется в лесохранилище для последующего извлечения на узле выгрузки. Подача древесного хлама к узлу выгрузки осуществляется катерами, а его извлечение из воды и сортировка выполняются погрузчиками, при этом сортименты и коротье грузятся непосредственно в самосвалы, хлысты и корчи выгружаются на берег для дальнейшей сортировки и раскряжевки с последующей погрузкой в самосвалы. Плавающая щепка, составляющая, как правило, 4% объема древесного хлама, извлекается из воды фронтальным погрузчиком с погрузкой в самосвалы.

Древесный хлам от узла выгрузки к участку захоронения транспортируется по лесовозной дороге с грунтово-щебенчатым покрытием, построенной в 1980-е годы (рис. 2).

Опыт работ показал, что наиболее эффективно использование для транспортировки древесного хлама самосвалов грузоподъемность 20 т с наращенными бортами кузова до объема 20 м³. Осреднённый объемный коэффициент загрузки транспортных средств (коэффициент полнодревесности древесного хлама), по данным опытных обмеров, составляет 0,42-0,55. Объемный вес древесного хлама, принятый для транспортировки по данным опытных обмеров и взвешивания фрагментов древесного хлама, составляет 0,8 т/м³. Фактически одна единица транспорта с емкостью кузова 20 м³ перевозит 11 м³ древесного хлама (в плотном теле), или 8,8 т. Таким образом, весовой коэффициент загрузки транспортного средства (отношение веса перевозимого хлама к грузоподъемности) составляет 0,35-0,44 (среднее значение 0,4). Продолжительность погрузки, транспортировки древесного хлама от рейда приплава до участка захоронения и его разгрузки определены по результатам фактического учета рабочего времени (хронометража).

Участок захоронения древесного хлама находится на расстоянии 4 км от рейда приплава в долине руч. Безымянный (правый приток р. Джойская Сосновка) в его среднем течении. Общая площадь этой территории составляет 16,2 га, при этом на площади 6,42 га находился древесный хлам, размещенный здесь ранее (в 1990-х годах) навалом. Захоронение древесного хлама оконтурено насыпью лесовозной дороги с нагорными (водоотводящими) канавами на внешней стороне, для пересечения дорогой тальвега долины созданы две насыпные дамбы – вверху и внизу участка. В дамбах заложены дренажи и водопропускные отверстия для пропуска стока руч. Безымянный и ручья без названия, которые, в свою очередь, отведены в нагорные (водоотводящие) канавы.

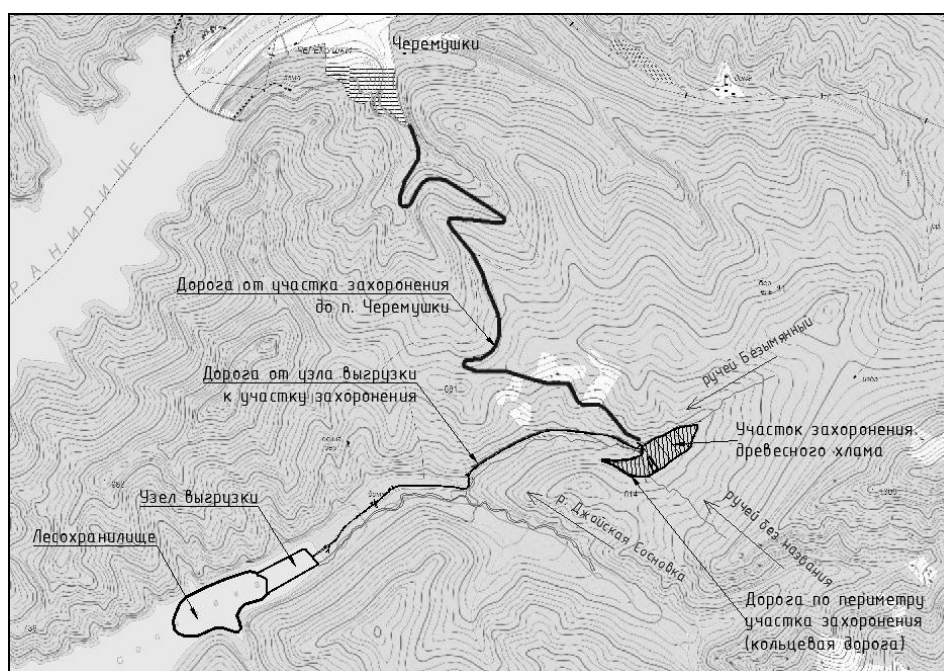


Рис. 2 – Обзорная схема участка работ по извлечению и захоронению древесного хлама

Расчет объемов существующих навалов древесного хлама и оценка возможности размещения новых объемов произведены средствами ГИС. С использованием данных инженерно-геодезических изысканий восстановлен первичный (естественный) рельеф (TIN) методом триангуляции по существующим отметкам высот и изолиниям. Цифровая модель рельефа (ЦМР) для поверхности территории захоронения построена из предположения, что рельеф территории захоронения согласован (плавно смыкается) с первичным рельефом по контуру территории захоронения. При построении ЦМР уклоны поверхности на смежных с дорогой участках задавались равными 1:4 (рис. 3).

Итерационным путем (с использованием метода Ньютона) выбран оптимальный вариант параметров захоронения древесного хлама. При этом его геометрический объем рассчитан на основании осредненного коэффициента уплотнения древесного хлама при захоронении (по отношению к плотному объему древесины), определенного опытным путем, – 0,8. Назначены границы участков захоронения древесного хлама исходя из объемов его годового извлечения и транспортировки. При построении проектной поверхности принимались во внимание отметки частично отработанного в 1990-е годы первого участка захоронения.

Ежегодный цикл работ по захоронению древесного хлама включал следующие этапы:

1. Разравнивание и уплотнение существующих навалов древесного хлама (в том случае, если он присутствовал в границах годового участка захоронения);

2. Вырубка деревьев, корчевка пней и кустарника (в том случае, если территория в границах годового участка захоронения залесена);

3. Срезка почвенного слоя (толщина 0,2 м) в границах участка захоронения и его временное складирование на поверхности отработанного участка предыдущего года (впоследствии срезанный почвенный грунт используется для биологической рекультивации участка захоронения);

4. Срезка подстилающего рыхлого щебнистого грунта (толщина слоя 1,3 м) в границах участка захоронения и его временное складирование на поверхности отработанного участка предыдущего года (впоследствии щебнистый грунт используется для технической рекультивации участка захоронения);

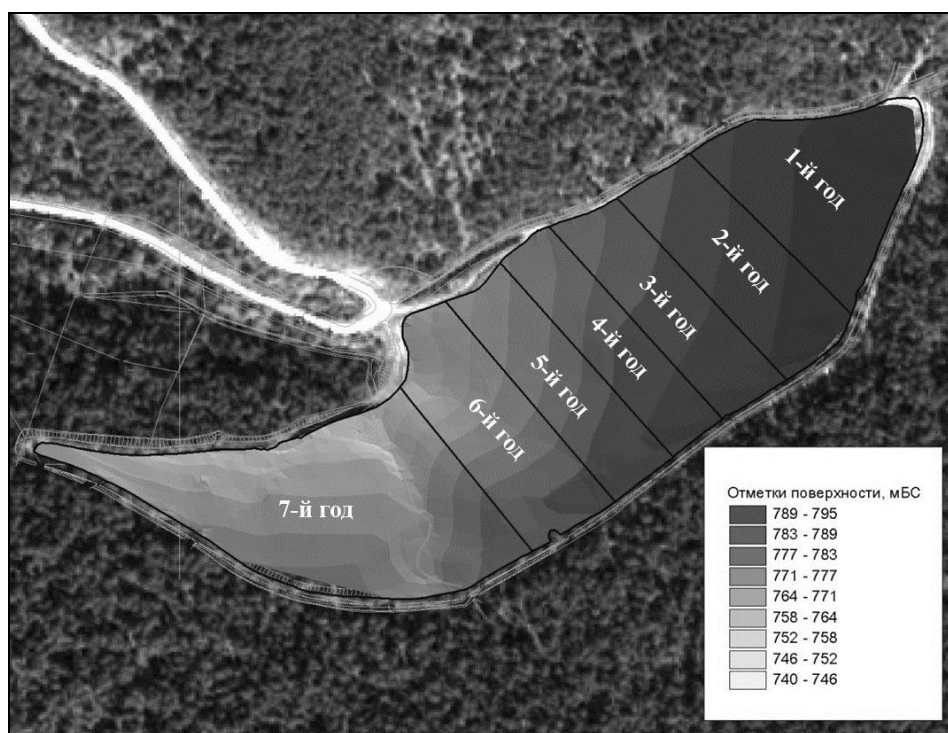


Рис. 3 – Цифровая модель проектного рельефа захоронения древесного хлама (без рекультивационного слоя грунта)

5. Доставка, разгрузка, распределение и уплотнение древесного хлама в границах годового участка захоронения (распределение и уплотнение древесного хлама выполняется тяжелым бульдозером);

6. Техническая рекультивация участка захоронения древесного хлама – планировка поверхности, ее засыпка рыхлым грунтом из ранее созданного резерва (толщина слоя 0,6-0,8 м), формирование водосборных канав для организации поверхностного стока с территории захоронения;

7. Покрытие поверхности участка захоронения плодородным почвенным слоем из созданного на начальном этапе работ резерва (толщина слоя около 0,1 м);

8. Биологическая рекультивация участка захоронения – засев территории многолетними травами;

9. Установка по периметру захоронения древесного хлама знаков безопасности, запрещающих движение людей и транспорта по его поверхности, для соблюдения условий безопасности населения.

В результате проведенных работ водохранилище расчищено от древесного хлама на значительной площади, качество воды заливов Шахматов и Джойский практически попадает в разряд «чистые», Саяно-Шушенского водохранилища на стрежне между заливами Джой и Джойская Сосновка также улучшилось, репрезентативно-негативные показатели загрязнения находятся в пределах ПДК, включая фенолы [6]. Однако инвентаризация, выполненная в 2015-2016 гг. показала, что на акватории и в зоне переменного подпора на площади 1200 га еще осталось 240,5 тыс. м³ древесного хлама (табл. 2). Оставшийся древесный хлам уже не создает реальной экологической угрозы, но препятствует судоходству, развитию рекреации, рыболовства и рыбоводства.

В 2016 году, по заказу Енисейского БВУ, ООО «Центр инженерных технологий» проведены инженерные изыскания и выполнены проектные работы по сбору, извлечению и захоронению оставшегося объема древесного хлама (4-я очередь работ) [7]. Рассмотрено три альтернативных варианта размещения захоронения древесного хлама и признано, что единственно

возможным является размещение нового объема древесного хлама поверх участков захоронения 2010-2015 гг.

В результате инженерных изысканий, выполненных на площадке захоронения древесного хлама, установлено, что максимальная мощность уложенного с уплотнением древесного хлама около 27 метров. Вследствие деструкции древесного хлама температура в его толще повышена и составляет от 17⁰С до 40⁰С. Местами сквозь трещины и провалы суглинка, перекрывающего древесный хлам, выходит теплый влажный воздух в виде пара. Температура в этих местах достигает 43⁰С при температуре атмосферного воздуха 8-12⁰С.

Сравнительный анализ исполнительных геодезических съемок (2010, 2012, 2013 гг.) и построенного топоплана показал, что с момента укладки древесного хлама по 2016 год, в результате его деструкции и доуплотнения под собственным весом, понизились отметки поверхности местами от 0,05 м до 3,43 м, а на участках старых навалов древесного хлама встречаются пустоты размером до 0,5 м. В целом инженерно-геологические условия допустимы для захоронения нового объема древесного хлама поверх «старого» захоронения.

Биотестирование древесного хлама – природного материала, который предполагается размещать на участке захоронения 4-й очереди - как и в 2009 году, свидетельствует о том, что он не оказывает острое токсическое действие на тест-объекты и не является токсичным [5, 7]. Анализ результатов испытаний отобранных проб почв на участке захоронения и фоновых участках показал, что в почвах с поверхности захоронения древесного хлама содержание нефтепродуктов по сравнению с фоновыми значениями осталось без изменения на уровне 12 мг/кг почвы. Показатели рН характеризуют кислотность почвы как нейтральную и близкую к нейтральной. Концентрация фенолов в фоновой пробе почвы составила менее 0,05 мг/кг, в почве на территории захоронения – 0,09 мг/кг. ПДК фенолов в почве не установлена, однако в соответствии с таблицей 4 [2] содержание в почве

фенолов в концентрациях менее 1 мг/кг уровень загрязнения земель считается допустимым или низким.

В целях оценки влияния захоронения древесного хлама на качество воды руч. Безымянный в мае-июне 2016 г. отобраны пробы воды (выше участка захоронения, непосредственно ниже него и в 500 м ниже места отбора второй пробы). Сравнение результатов их лабораторных анализов с аналогичными результатами, полученными при инженерно-экологических изысканиях 2009 г. [5], показало, что содержание фенолов в фоновом створе, как и ранее, превышает ПДК в 2 раза, а ниже участка захоронения изменяется от 2 до 6 ПДК (разово). Содержание нефтепродуктов, меди и железа в воде в 2016 году в целом снизилось. Так в 2009 году в фоновом створе концентрация меди отмечалась 12,3 ПДК, ниже по течению она снижалась за счет разбавления до 4,3 ПДК; в 2016 году максимальное содержание меди не превысило 5 ПДК и наблюдалось в 2-х случаях, в том числе в фоновом створе. В 2009 году концентрации железа в фоновом створе превышали 9-12 ПДК, в 2016 году они снизились до 9,53-9,76 ПДК. Общее снижение концентрации загрязняющих веществ может быть связано с тем, что в 2016 году в период отбора проб отмечалась большая водность, чем в 2009 году, что привело к увеличению разбавления.

Несмотря на достигнутый в 2010-2016 гг. положительный эффект от сбора, извлечения и захоронения древесного хлама, проектная документация, разработанная в 2016 году, не получила положительного заключения государственной экологической экспертизы и не утверждена к реализации в силу того, что экспертами древесный хлам признан отходом производства и потребления, а к участку захоронения предъявлены требования как к объекту размещения отходов в соответствии с требованиями Федерального закона от 24.06.1998 № 89-ФЗ. В связи со спецификой размещения захоронения соблюсти эти требования (устройство противочлнтрационного экрана и т.п.) не представляется возможным, а строительство дополнительных, и, по сути, не требующихся сооружений капитального характера (очистные сооружения и т.п.) приведет к существенному удорожанию работ.

Таблица 1 – Количество затопленного, находящегося на акватории и извлеченного в разные годы древесного хлама

№ п/п	Наименование показателя	Временной период	Объем древесины, древесного хлама, тыс. м ³
1	Запас леса на корню в зоне затопления	1972-1974 гг.	3 733,0
2	Собрано и извлечено древесного хлама, в т.ч.:		3 312,9
2.1	Вырублено и сожжено в порядке лесочистки	1970-е годы	740,0
2.2	Заготовлено и вывезено заготовительными организациями	1970-е годы	800,0
2.3	Собрано и извлечено древесного хлама ОАО «Саяно-Шушенская ГЭС»	1987-2000 гг.	850,9
2.4	Собрано древесного хлама в запани ФГУ «Управление эксплуатации Саянских водохранилищ»	2005-2007 гг.	192,0
2.5	Собрано и извлечено из водохранилища Енисейским БВУ	2010-2016 гг.	730,0

Таблица 2 – Уточненный объем древесного хлама на 01.01.2017 г. при уровне максимального наполнения Саяно-Шушенского водохранилища – 539 м БС [6, 7]

№ п/п	Дислокация древесного хлама	Объем, тыс. м ³
1	Древесный хлам на акватории водохранилища	206,1
1.1	Залив ручья Кантегирская Сосновка	98,1
1.2	Свободно плавающий древесный хлам	88,0
2	Древесный хлам, локализованный в заливе Джойская Сосновка	22,0
3	Древесный хлам, разнесенный по берегам между отметками УВ 539-540 м БС	12,4
	Итого	240,5

Литература

- ГОСТ 16032-70. Лесосплав. Термины и определения.
- Письмо Минприроды России от 27.12.1993 № 04-25/61-5678 «О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами».
- Саяно-Шушенская ГЭС. Водоохранилище. Сбор и утилизация плавника: рабочий проект – РАО «ЕЭС России». Институт АО «Ленгидпроект». – СПб, 2003.
- Саяно-Шушенский гидроузел на р. Енисей. Водоохранилище. Рекультивация береговой свалки древесных остатков и плавника: рабочий проект. – ОАО «Инженерный центр ЕЭС – Гидропроект, Ленгидропроект, теплоэлектропроект, Фирма «ОРГРЭС». Филиал «Институт Ленгидропроект». – СПб, 2005.
- Саяно-Шушенское водохранилище. Сбор, извлечение из водохранилища и захоронение древесного хлама на участке площадью 30 га, Красноярский край и Республика Хакасия: рабочий проект – ЗАО «Центр инженерных технологий». – Барнаул, 2009.
- Проведение оценки объемов плавающего древесного хлама (плавника) в акватории Саяно-Шушенского водохранилища, его экологической опасности и товарной составляющей: отчет о научно-исследовательской работе. – ФГБОУ ВО «Сибирский государственный технологический университет». – Красноярск, 2015.
- Саяно-Шушенское водохранилище. Сбор, извлечение из водохранилища и захоронение древесного хлама на участке площадью 30 га, Красноярский край и Республика Хакасия, 4 очередь: проектная документация – ООО «Центр инженерных технологий». – Барнаул, 2016.

ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ СИБИРИ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

Корытный Л.М., Ипполитова Н.А., Лысанова Г.И., Макаренко Е.Л., Сороковой А.А.

Институт географии им. В.Б.Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия

e-mail: kor@irigs.irk.ru

Аннотация. Рассмотрены особенности использования основных природных ресурсов Сибири (минерально-сырьевых, водных, земельных, лесных, охотничье-промысловых) в первые десятилетия XXI века. Выявлены главные направления совершенствования ресурсопользования, ориентированные на более комплексное использование сырья с учетом природоохранных и ресурсосберегающих приоритетов.

Ключевые слова: Сибирь, ресурсопользование, социально-экономическое развитие.

TRENDS IN THE USE OF NATURAL RESOURCES OF SIBERIA IN THE EARLY 21st CENTURY

L.M. Korytny, N.A. Ippolitova, G.I. Lysanova, E.L. Makarenko, and A.A. Sorokovo

V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

e-mail: kor@irigs.irk.ru

Abstract. We examine some features in using the main natural resources of Siberia (mineral, water, land, forest and hunting resources) during the first decades of the 21st century. The study revealed the main directions of improving the use of resources with a focus on more comprehensive use of raw materials, having regard to environmental and resource-efficient priorities.

Keywords: Siberia, resource use, socio-economic development.

Инвентаризация, обобщение и анализ информационной базы природопользования Сибири (включая Тюменскую область с округами и Республику Саха (Якутия) в начале XXI века, предпринятые нами в одном из томов 6-итомной энциклопедической серии [1], подтвердил очень высокую значимость природно-ресурсного потенциала Сибири для развития российской экономики. Однако в использовании природных ресурсов имеются свои компонентные тенденции и особенности.

Минеральные ресурсы

Топливо-энергетические ресурсы Сибири многие десятилетия – экономическая основа страны. Так, здесь расположены крупнейшие угленосные бассейны мира – Кузнецкий, Канско-Ачинский, Ленский. Сырьевая база угольной промышленности Сибири по своим количественным запасам способна обеспечить практически любые объемы добычи твердого топлива на сотни лет. Основные направления использования углей Сибири сегодня – это их потребление в энергетических целях, а также поставки на экспорт. Однако в перспективе необходима ориентация на более комплексное использование угля, глубокую переработку, углехимию, в частности, извлечение из углей и углеотходов большого спектра элементов-

примесей, представленных главным образом редкими и благородными металлами.

Аналогична ситуация с нефтью и газом. Только в Западной Сибири сосредоточено почти 60% ресурсов нефти РФ, к ним добавились месторождения Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции. В использовании нефтяных ресурсов преобладает добыча с последующим экспортом, а также мазутное направление нефтепереработки. В Сибири размещено 7 крупных нефтеперерабатывающих заводов, однако этого недостаточно, тем более что проблемами остаются низкое качество получаемых нефтепродуктов и низкая глубина переработки нефти. Проблемой является и низкая степень использования попутного нефтяного газа, почти половина которого просто сжигается, загрязняя при этом атмосферу. Использование верхних этажей технологической цепочки крайне необходимо.

Природный газ, добываемый на севере Западной Сибири, а сейчас и в Якутии, также идет в большинстве на экспорт в Европу по трубопроводам, а также используется как топливо и в быту. В последние десятилетия также возросло производство сжиженного газа. В тоже время газ – ценнейшее химическое сырье, и перспективы его использования в этом направлении безграничны, как и бытового потребления. Стратегическим сырьем является содержащийся во многих месторождений газа гелий, но пока его присутствие даже задерживает освоение месторождений, например, Ковыктинского.

Для Сибири использование рудных минеральных ресурсов является одной из важнейших отраслей специализации и системообразующим фактором региональной экономики. Использование рудных минеральных ресурсов представлено металлургическим комплексом и охватывает все стадии технологических процессов: от добычи и обогащения сырья до получения готовой продукции в виде черных и цветных металлов и их сплавов. Среди черных металлов наибольшее значение имеет железо, среди цветных – алюминий, среди благородных – золото, платина и платиноиды, а также алмазы и некоторые виды редких и редкоземельных металлов.

Однако хотя черная металлургия богата запасами железной руды, единственный крупный центр черно-металлургического производства в Сибири находится в Новокузнецке. Такое положение не соответствует восточному вектору развития экономики и должно быть изменено, например, строительством давно предлагаемого металлургического комбината в Иркутской области.

Напротив, сибирские предприятия алюминиевой промышленности, расположенные на территории Сибири, дают до 83% общероссийского выпуска металла, однако имеются проблемы как на нижних этажах цикла, т.е. с наличием сырья, так и на верхних этажах – в производстве изделий. Наиболее значимым центром цветной металлургии Сибири является РАО «Норильский никель» (Красноярский край) - крупнейший в мире производитель никеля и палладия, один из крупнейших производителей платины и меди. Помимо этого, производятся редкие металлы – кобальт, рутений и др. а также на основе утилизации газообразных отходов металлургического производства осуществляется выпуск серной кислоты, соды и ряда других химических продуктов. Это предприятие цветной металлургии Сибири «Норильский никель» является флагманом по использованию ресурсосберегающих инновационных технологий, в то время как у большинства других предприятий доминирует выпуск первичных продуктов (концентратов); изменение такого положения – главная задача отрасли.

Основные золотодобывающие регионы Сибири дают 44,2% добычи золота страны. Надежды отрасли связаны с освоением новых преимущественно рудных месторождений, расположенных, правда, в труднодоступных районах, например, крупнейшего в мире месторождения Сухой Лог. В число основных стратегических ресурсов страны входят алмазы, причём почти половина разведанных мировых ресурсов алмазов расположена на территории Республики Саха (Якутия). Перспективные площади на обнаружение скоплений алмазов также выявлены на территории Красноярского края и Иркутской области.

В Сибири имеется большой потенциал для развития предприятий, работающих на горно-химическом сырье, однако широкое применение пока нашли только месторождения поваренной соли в Иркутской области. В той же области подготовлены к освоению крупные запасы калийных солей на Непском месторождении и высокоминерализованные рассолы Знаменского месторождения, ориентированные на производство лития и брома. Регион обладает значительными ресурсами фосфоритов: месторождения Белкинское, Черногорское, Сарминское и др. Открыты крупнейшие в мире запасы апатитов: Ошурковское, Маган, Селегдарское. Сибирь полностью обеспечена общераспространёнными строительными материалами - щебнем, гравием, бутовым камнем и др., а также облицовочным камнем – гранитом и особенно мрамором.

Практически все регионы Сибири богаты полудрагоценными и поделочными камнями, однако этот уникальный минерально-сырьевой потенциал до сих пор остается почти невостребованным, кроме некоторых различных видов драгоценных, полудрагоценных и поделочных камней - яшма, нефрит, чароит и др.

Водные ресурсы

Основные водные ресурсы страны находятся в Сибири: возобновимые ресурсы поверхностных и подземных вод (суммарный речной сток) составляет 55 % российского, причем 90 % его формируется на российской территории. По величине водных ресурсов субъекты РФ различаются в несколько раз; их можно разделить на 3 группы. К первой (более 300 км³/год) относятся Ямало-Ненецкий АО, Ханты-Мансийский АО, Красноярский край, Иркутская область и Республика Саха (Якутия) – за счет транзитного стока Оби, Енисея, Ангары и Лены; ко второй (90-300 км³/год) – Тюменская (без округов) и Томская области, Республики Хакасия и Бурятия; к третьей (менее 90 км³/год) - остальные регионы.

Ежегодно на нужды населения и отраслей экономики из поверхностных и подземных водных источников забирается в среднем около 2 % возобновляемых ресурсов (около 15 % водозабора России) [2].

Наибольший забор воды происходит в Красноярском крае, Кемеровский, Тюменской и Иркутской областях, что связано со значительным развитием промышленности в этих регионах. При рассмотрении тенденции забора воды из природных источников выделяется резкое уменьшение в последние два десятилетия, что связано со спадом в экономическом развитии (рис.1.). К сожалению, в России значительная часть воды (до 10 %) теряется при транспортировке из-за значительного износа водопроводных сетей, фильтрации из каналов. Не являются исключением и сибирские регионы, где «лидирует» Республика Хакасия – 15-18 % свежей воды ежегодно.

В последние десятилетия потребление пресной воды на производственные и хозяйственно-питьевые нужды увеличилось, а на сельскохозяйственные нужды снизилось. Лидером по использованию свежей воды является Красноярский край, который использует более 4 % свежей воды от общероссийской.

На промышленность приходится основная часть общего водопотребления (73 %), что значительно выше российского (57 %). Особенно большой расход воды на предприятиях целлюлозно-бумажной и нефтехимической промышленности (от 400-500 до 2500-5000 м³ на 1 т продукции). Поэтому здесь особо актуально использование технологий, снижающих потребности в воде. Для экономии воды в промышленности применяется оборотная и последовательная схемы водоснабжения, что позволяет экономить в стране в среднем до 80 % свежей воды; около 20 % этой экономии относится к Сибири. Однако по субъектам РФ доля такого водоснабжения существенно различается: от более 90 % в Ханты-Мансийском а. о. и Хакасии до менее 50 % – в Бурятии.

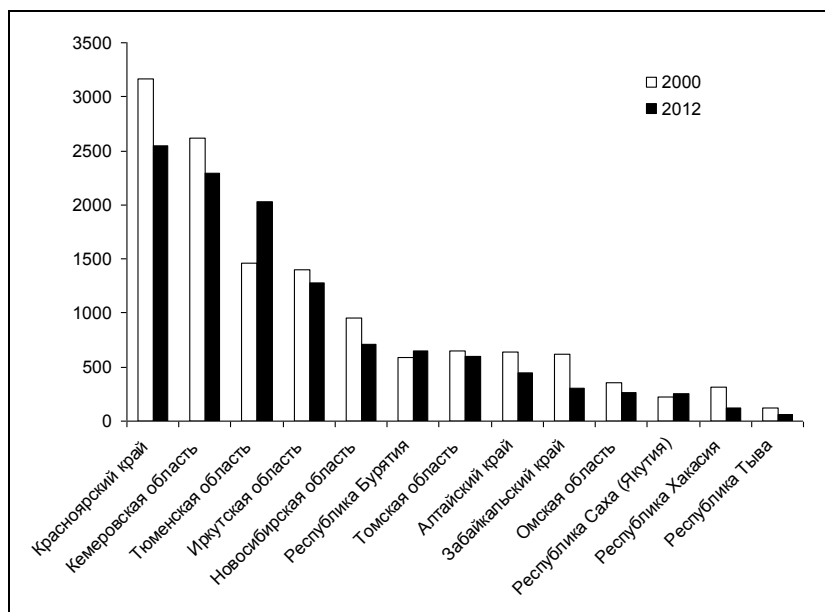


Рис.1. Забор воды из природных источников, млн м³

Лидерами по использованию воды на хозяйственно-питьевые нужды являются Красноярский край, Кемеровская и Новосибирская области. Практически все поверхностные источники водоснабжения подвержены антропогенному воздействию, поэтому качество воды часто не соответствует нормативным требованиям. Лишь малая часть сибирских населенных пунктов (18 %) обеспечена доброкачественной водой. Особенно выделяется Республика Саха (Якутия), где лишь в 2% населенных пунктов вода удовлетворяет требованиям санитарно-гигиенических правил, а около 70% населения используют привозную воду без очистки и обеззараживания, забираемую непосредственно с прибрежной полосы водоема водовозным транспортом. Также привозную воду используют в Красноярском крае - 3,1 % (88,2 тыс. чел.), в Кемеровской области – 0,2% населения (около 5,5 тыс. чел.); в Республике Бурятия – 4,3% (около 40 тыс. чел., в том числе из открытых водоемов); в Республике Алтай – 10,3 % населения. В Тюменской области 58,6% водопроводов из поверхностных источников не имеют необходимого комплекса очистных сооружений, 56,6% – обеззараживающих установок.

В сельском хозяйстве основным потребителем свежей воды и крупным загрязнителем поверхностных водоемов является орошаемое земледелие. Среди регионов особенно выделяется Алтайский край.

Сибирь обладает самыми мощными в стране реками, сосредоточивающими огромные запасы водной энергии: первые места в России по величине гидроэнергетических ресурсов заслуженно занимают Енисей, Лена и Ангара, ГЭС на которых потенциально могут выработать 400 млрд кВт-ч (сегодня производится около одной четверти). На основе богатейших гидроэнергетических ресурсов Ангары и Енисея создан уникальный по своим масштабам Ангаро-Енисейский каскад ГЭС. О значимости ресурсов макрорегиона для настоящего и будущего развития отечественной гидроэнергетики говорит тот факт, что из 20 самых мощных рек России 17 являются сибирскими. Самыми большими запасами гидроэнергии располагают Республика Саха (Якутия) (32,6 % от общесибирских), Красноярский край с Республикой Хакасия (27, 0 %) и Иркутская область (12,9 %). Всего в Сибири имеется около 9000 гидротехнических сооружений (ГТС), большинство из которых малые и предназначены для сельскохозяйственного использования; но 18,4 % из них являются бесхозными, что служит источником постоянной опасности. Хотя развитие гидроэнергетики является в Сибири одним из ведущих факторов возникновения энергоемких отраслей промышленности, градо- и районообразования, перспективы дальнейшего гидроэнергостроительства неясны ввиду повышения внимания к возникающим при этом сложным экологическим и социальным проблемам.

Большое социально-экономическое значение имеет воднотранспортная система Сибири, что обусловлено низкой обеспеченностью территории (особенно северных районов) сухопутными коммуникациями, большой протяженностью и разветвленностью речных путей с обширными районами тяготения, благоприятными возможностями взаимодействия меридиональных водных магистралей и широтных железных дорог, приморским положением Арктической зоны с удобными для захода морских судов речными артериями. Эта система состоит из разветвленной сети внутренних судоходных путей протяженностью 56,5 тыс. км (55,8 % общероссийской величины). К магистральным относятся пути с

гарантированными глубинами более 2–2,5 м и продолжительностью навигации свыше трех месяцев. Данную категорию представляют важнейшие сибирские речные артерии – Обь, Иртыш, Енисей и Лена ниже Усть-Кута; участки их некоторых главных притоков (Томь ниже Томска, верхнее и среднее течение Ангары с водохранилищами и оз. Байкал); нижние течения северных рек – Пура, Таза, Хатанги, Яны, Индигирки и Колымы. К местным принадлежат водные пути почти 40 рек с гарантированными глубинами от 1 до 2–2,5 м и продолжительностью навигации 1–3 месяца. Значительный спад объемов пассажиро- и грузоперевозок в постсоветский период, вызванный спадом экономики, обязательно должен быть преодолен.

Заметно меньшее значение в экономике Сибири имеет использование рыбохозяйственного потенциала. Несмотря на огромный водный фонд, уловы рыбы сравнительно невелики, хотя макрорегион по-прежнему дает значительную долю рыбы ценных видов. Основную рыбохозяйственную ценность представляют при этом нижние приустьевые участки северных рек исключительно высокого и очень высокого потенциала.

Можно констатировать, что для большинства территорий Сибири проблем с количеством водных ресурсов нет, и для социально-экономического развития макрорегиона водный фактор не только не является лимитирующим, но и является в рыночных условиях важным конкурентным преимуществом по водоснабжению, гидроэнергетике, водному транспорту. Основные водные проблемы связаны с загрязнением водных объектов и с вредным воздействием вод, прежде всего наводнениями.

Земельные ресурсы

Вся площадь земельного фонда Сибири на 01.01.2017 года составила 969 265 тыс. га, или 56,6% территории Российской Федерации. Структура земельного фонда региона по категориям земель представлена на рис. 2.

Большую часть исследуемого региона занимают земли лесного фонда, меньшую – сельскохозяйственного назначения и запаса.

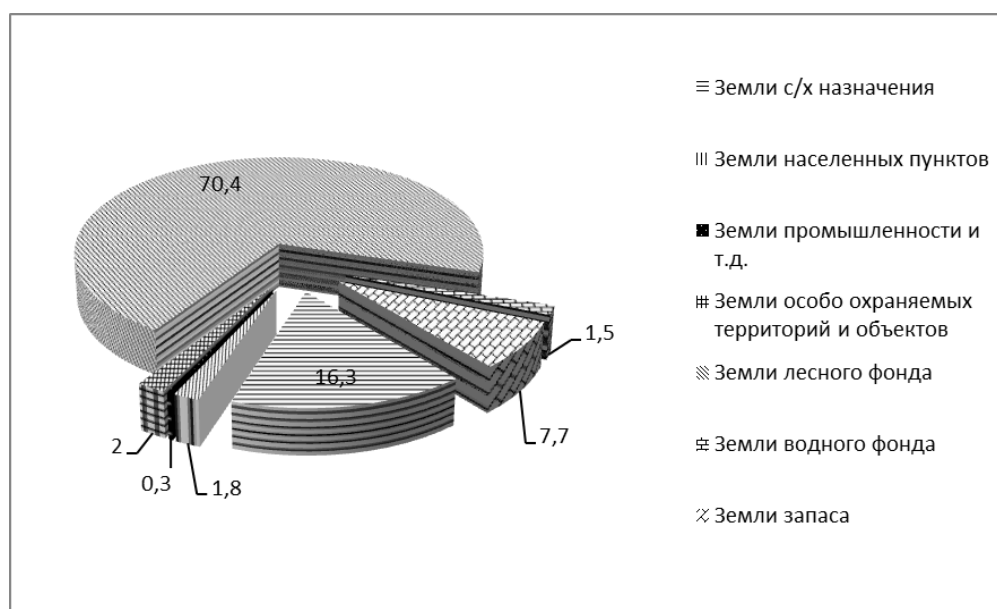


Рис. 2. Распределение земельного фонда Сибири по категориям, в %

Основная тенденция земельно-ресурсных отношений в постсоветское время – повсеместное сокращение используемых земель. Посевная площадь сельскохозяйственных культур уменьшилась в 2-3 раза. Уменьшение площадей сельскохозяйственных угодий (пашни, сенокосов и пастбищ) происходит за счет отвода этих земель для несельскохозяйственных нужд, внутрихозяйственного строительства, для организации новых садоводческих товариществ. Произошло также забрасывание отдаленных и мелких участков сельскохозяйственных угодий, что привело к постепенному их зарастанию кустарником, мелколесьем и потере своей хозяйственной ценности. Большое количество сельскохозяйственных угодий подвержены эрозии и дефляции, имеют повышенную кислотность, различную степень засоления, характеризуются низким содержанием гумуса. Перечисленные негативные процессы пахотных почв Сибири, как и России в целом, привели к снижению урожайности.

Лесные ресурсы

Тенденцией современного развития лесного хозяйства остается многоцелевое лесопользование с расширением возможных видов использования лесов и формированием новых регламентирующих норм лесопользования, обеспечивающих наилучшие условия для выполнения лесом его экологической, экономической и социальной функций.

Основной вид деятельности, осуществляемый в лесах Сибири – заготовка древесины. Главный показатель для характеристики возможного использования древесных ресурсов – величина расчетной лесосеки, которая определяет размер ежегодной допустимой вырубki, при котором обеспечивается непрерывное и неистощительное лесопользование. Общий размер расчетной лесосеки – 279 млн м³, в том числе 62,6% по хвойному хозяйству и 37,4% по мягко-лиственному. По размерам расчетной лесосеки выделяются Иркутская область, Красноярский край и Республика Саха (Якутия) – свыше 30 млн м³.

Фактически из общего объема расчетной лесосеки в Сибири используется лишь 42 млн м³, или 15%. Основная причина низкой степени освоения расчетной лесосеки – в недостатке мощностей по глубокой химической и химико-механической переработке древесины, что усугубляет проблему комплексного использования низкосортной, лиственной древесины и древесных отходов. Значительная масса заготовленной низкосортной древесины не имеет рыночного спроса. Другие причины низкого освоения расчетной лесосеки: экономическая нецелесообразность заготовки древесины в лесах, отнесенных к горно-мерзлотному и таёжному мерзлотному лесным районам ввиду их низкой продуктивности и товарности; сезонность лесозаготовки; отсутствие развитой сети лесных дорог; давность проведения лесоустройств в ряде лесничеств, на основании материалов которых утверждены действующие расчетные лесосеки; низкая концентрация эксплуатационного фонда; удаленность лесосечного фонда от пунктов закупа лесоматериалов и др. Улучшение состояния лесопользования может быть достигнуто только при условии наличия развитой лесоперерабатывающей промышленности, выпускающей продукцию с высокой добавленной стоимостью, что, в итоге, может снизить отрицательное влияние фактора отсутствия развитой дорожной инфраструктуры.

Не менее важными являются недревесные ресурсы (древесная кора, береста, пневый осмол, древесная зелень, мох, лесная подстилка, хвойные лапы и пр.), пищевые лесорастительные ресурсы (кедровые орехи, грибы,

ягоды, папортник-орляк, березовый сок и пр.), лекарственные растения. Однако в настоящее время из-за падения востребованности на рынке этих видов лесных ресурсов заготовка прекращена вовсе или осуществляется в незначительных объемах местным населением или небольшими частными предприятиями. Здесь находится огромный резерв сибирского лесопользования.

Охотничье-промысловые ресурсы

Охотничий промысел, особенно пушной, издавна был одним из главных брендов Сибири. Однако в последние десятилетия налицо падение социально-экономической значимости охотничьего хозяйства, которое стало следствием недостаточного внимания государства к развитию этой отрасли в сложных экономических условиях. Но благодаря этому численность большинства видов охотничьих животных Сибири имеет положительную динамику, несмотря на усиливающееся влияние антропогенного фактора - рост браконьерства. Так, снята угроза истребления соболя, на высоком уровне стабилизирована его численность. Стабильной, но нежелательно высокого уровня численности достигли волк и медведь. В связи с аномально высокой глубиной снежного покрова в ряде регионов наблюдалась гибель и снижение численности косули. Особое значение имеют охотничьи угодья для коренных народов Сибири, причем за большей частью общин малочисленных народов закреплены лесные угодья. Только согласованное проведение лесо- и охотхозяйственных работ позволит вести более комплексное лесохотничье хозяйство и значительно повысить продуктивность охотничьих ресурсов.

Только совершенствование использования природных ресурсов остается на ближайшие десятилетия стратегическим направлением развития сибирской экономики.

Литература:

1. География Сибири в начале XXI века: в 6 томах. Т.4. Природопользование / Отв. ред. Л.А. Безруков, Л.М. Короткий. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2014. – 355 с.
2. Государственный доклад «О состоянии использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2012 г. – М.: НИИ-Природа, 2013. – 370 с.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАДЗОР В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕМ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Крылатова А.Е.¹, Антюфеева Т.В.²

¹ *Управление Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Алтайскому краю и Республике Алтай, г. Барнаул, Россия*

² *Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия*

e-mail: krylatovaangella@yandex.ru

Аннотация. Работа посвящена проблемам осуществления государственного федерального надзора за использованием ресурсов недр на территории Алтайского края. Проведен анализ категорий основных правонарушений в сфере недропользования. Определены направления оптимизации системы государственного надзора за использованием ресурсов недр в Алтайском крае.

Ключевые слова: государственный надзор, управление недропользованием, ресурсы недр.

STATE SUPERVISION IN SUBSURFACE MANAGEMENT IN ALTAI KRAI

Krylatova A. E.¹, Antyufeeva T. V.²

¹ *Department of the Federal Service for Supervision in the Sphere of Nature Management in Altai Krai and the Republic of Altai, Barnaul, Russia*

² *Altai State University, Barnaul, Russia*

e-mail: krylatovaangella@yandex.ru

Abstract. The work is devoted to the problems of federal state supervision over the use of subsurface resources in Altai Krai. The analysis of categories of the main offenses in the field of subsurface resources use was carried out. The ways for optimization of the system of state supervision over the use of subsurface resources in Altai Krai are determined.

Keywords: state supervision, subsurface management, subsurface resources.

Значительные запасы полезных ископаемых Российской Федерации и Алтайского края требуют ответственного, рационального и высокоэффективного управления, следовательно, организация и реализация такого управления является одной из важнейших функций государственной исполнительной власти всех уровней.

Целью исследования является выявление проблем осуществления государственного федерального надзора в системе управления недропользованием в Алтайском крае.

При выполнении работы использовались результаты анализа нормативных документов федерального и регионального уровней, материалы проведения проверок недропользователей на территории Алтайского края. В ходе исследования применялся метод правового анализа, статистический, картографический.

В Алтайском крае сосредоточено значительное количество запасов различных полезных ископаемых. Полезные ископаемые представлены месторождениями бурого угля, железных, полиметаллических (содержащих

медь, свинец, цинк, золото, серебро, барит, висмут, кадмий, рассеянные элементы, серу) и никель-кобальтовых руд, бокситов, коренного и россыпного золота, минеральных солей (сульфата натрия и магния, поваренной соли, природной соды), цементного сырья (известняка, глины), гипса, облицовочных и цветных камней, лечебных грязей, минеральных, питьевых и технических подземных вод [1].

В числе эксплуатируемых ресурсов недр большая часть принадлежит добыче подземных вод. В Алтайском крае пользование участками недр федерального значения осуществляют 326 недропользователей. Наибольшее количество крупных недропользователей сосредоточено в г. Барнауле, например, ООО «Барнаульский водоканал» является владельцем 13 лицензий и эксплуатирует 33 водозаборных скважины. Более 10 недропользователей находится в Первомайском, Бийском, Павловском районах (рис. 1).

Правовой основой использования ресурсов недр является Конституция Российской Федерации. В соответствии с её положениями, земля и другие природные ресурсы используются и охраняются в России как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории (ст. 9 Конституции РФ) [4].

На федеральном уровне использование и охрана недр регулируются федеральными законами «О недрах» и «Об охране окружающей среды». Опосредованно процессы недропользования регулируются также Земельным, Водным, Лесным, Налоговым, Административным и Уголовным кодексами.

Значителен объем нормативно-правовых актов, принимаемых в субъектах РФ законодательными органами, губернаторами и другими уполномоченными органами. В них отражается специфика регионов, детально определяются задачи, плата за пользование недрами и другие вопросы. К примеру, правовой базой для осуществления недропользования в Алтайском крае является Закон Алтайского края от 27.12.2008 № 137-ЗС «О недропользовании на территории Алтайского края» [8]. Кроме того, важным документом в организации системы недропользования на современном этапе является «Стратегия развития геологической отрасли до 2030 года» от 21 июня 2010 года № 1039-р [5].

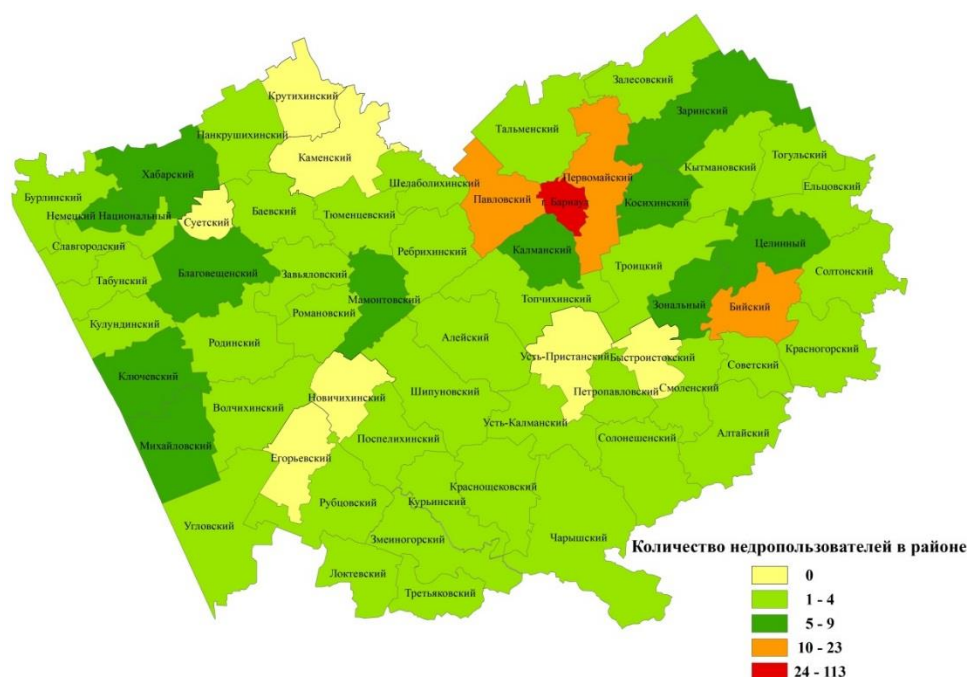


Рис.1 – Количество недропользователей в муниципальных районах Алтайского края на 31.05.2017 года

Государственное регулирование отношений недропользования осуществляется посредством управления, лицензирования, учёта и государственного надзора. Основной задачей государственного регулирования отношений недропользования является обеспечение воспроизводства минерально-сырьевой базы, её рационального использования и охраны недр.

Система управления недропользованием в Алтайском крае осуществляется как федеральными, так и региональными органами исполнительной власти (рис. 2).

К федеральным органам относятся:

1. Территориальное подразделение Федерального агентства по недропользованию – Управление по недропользованию по Алтайскому краю (Алтайнедра), включая, Алтайский филиал ФБУ «Территориальный фонд геологической информации по Сибирскому федеральному округу» (Алтайский филиал ФБУ «ТФГИ по СФО»);
2. Управление Росприроднадзора по Алтайскому краю и Республике Алтай;
3. Структурное подразделение Сибирского управления Ростехнадзора по Алтайскому краю и Республике Алтай.

Управление по недропользованию по Алтайскому краю (Алтайнедра) является территориальным органом регионального уровня. Управление осуществляет функции Федерального агентства по недропользованию по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в сфере недропользования, а также правоприменительные функции на территории Алтайского края.

Региональным органом является Министерство природных ресурсов и экологии Алтайского края, основными полномочиями которого являются оформление, государственная регистрация и выдача лицензий на пользование участками недр *местного значения*, а также региональный государственный надзор за их охраной и рациональным использованием (рис.2).

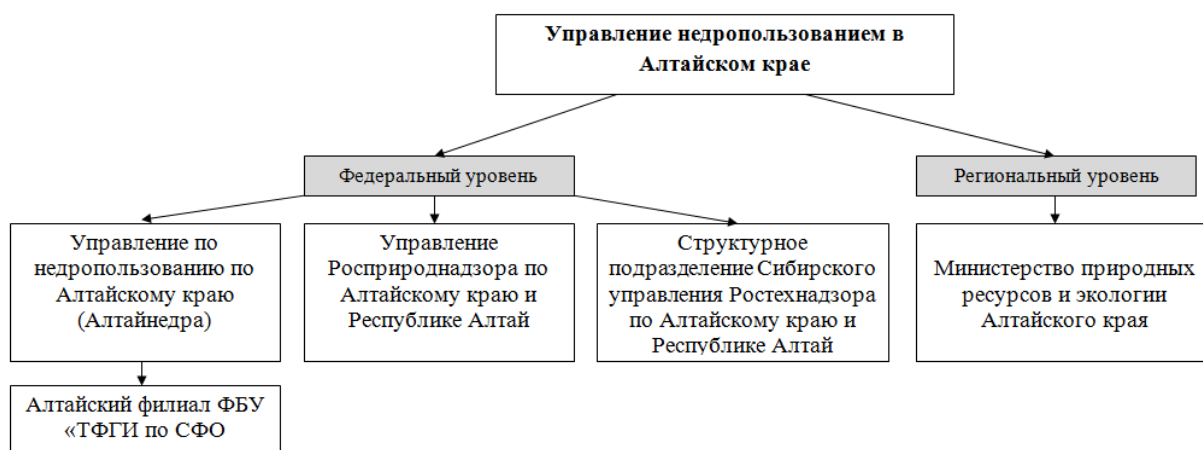


Рис. 2 – Система управления недропользованием в Алтайском крае

Государственный надзор в сфере недропользования – одна из форм государственного регулирования, обеспечивающая соблюдение законов и нормативных правовых актов в области недропользования. Управление Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Алтайскому краю и Республике Алтай (Управление Росприроднадзора по АК и РА) осуществляет на территории Алтайского края федеральный государственный геологический надзор.

Из проведённых контрольно-надзорных мероприятий Управлением Росприроднадзора большее количество проверок (исключая 2012 год) приходится на внеплановые проверки, основанием для проведения которых являлось истечение сроков выполнения ранее выданных предписаний (рис. 3).

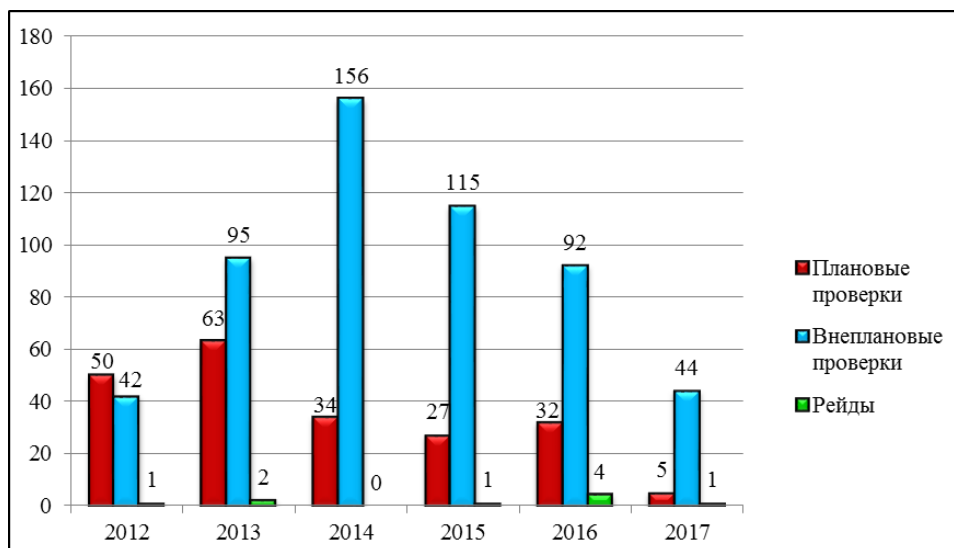


Рис. 3 – Общее количество проведённых проверок Управлением Росприроднадзора в Алтайском крае за 2012 по 2017 гг.

Наибольшее количество плановых проверок было проведено в 2012 году – 50, наименьшее в 2015 – 27 это связано с изменениями закона РФ «О недрах» от 29.12.2014 (ст. 2.3. п. 3) [3], согласно которым к участкам недр местного значения были отнесены участки, содержащие подземные воды, которые используются для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения или технологического обеспечения водой объектов промышленности либо объектов сельскохозяйственного назначения и объем добычи которых составляет не более 500 кубических метров в сутки. Ранее они относились к участкам недр федерального значения и были подконтрольны Управлению Росприроднадзора, став участками недр местного значения, стали подконтрольны Министерству природных ресурсов и экологии Алтайского края. В связи с вышеуказанными изменениями в законодательстве количество подконтрольных Росприроднадзору объектов сократилось в 3,5 раза – с 1131 объекта до 326 к 2017 году.

Количество проведённых проверок на территории Алтайского края в 2016 году сократилось на 14 % к аналогичному показателю 2015 года. Уменьшение количества проведенных проверок связано с изменениями в ФЗ от 26. 12. 2008 г. №294 «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного надзора (контроля) и муниципального контроля» [7], согласно которым (статья 26.1) запрещено проводить плановые проверки организаций и индивидуальных предпринимателей, которые относятся к субъектам малого

предпринимательства в соответствии с положениями ст. 4 ФЗ от 24.07.2007 №209 «О развитии малого и среднего предпринимательства в РФ» [6]. Запрет действует в период с 01.01.2016 до 31.12.2018, но если организация или индивидуальный предприниматель эксплуатируют опасные производственные объекты I или II класса опасности, то их проверяют в плановом порядке.

По материалам проверок с нарушением норм законодательства, а также в связи с информацией, поступившей из других органов власти, жалобами граждан были возбуждены дела об административных правонарушениях, на основании которых были наложены административные штрафы.

К примеру, за последние 5 лет максимальная сумма штрафов была начислена в 2012 году – более четырех миллионов рублей, в этом же году было выявлено наибольшее количество нарушений (525) и, соответственно, возбуждено наибольшее количество административных дел (262), из них по ч. 1 ст. 19.5 КоАП РФ (невыполнение в установленный срок законного предписания) – 159 и по ч. 2 ст. 7.3 (пользование недрами с нарушением условий, предусмотренных лицензией на пользование недрами) – 69, остальные - по другим статьям.

Самая большая доля нарушений приходится на невыполнение предписаний, в связи с этим целесообразно увеличить административный штраф по ч. 1 ст. 19.5 КоАП РФ до 5-10 тысяч рублей для должностного и порядка 30-40 тысяч рублей для юридического лица.

Цена за «выполнение предписания» (от 20 до 200 тыс. руб.) существенно выше, чем за его «невыполнение» (10-20 тыс. руб.) Поэтому, на наш взгляд, целесообразно увеличить административный штраф по ч. 1 ст. 19.5 КоАП РФ для того, чтобы побудить предприятие к выполнению предписаний.

За каждое невыполненное предписание взамен выдаётся новое предписание, а по истечении трёх лет в отношении предприятия вновь будет проведена плановая проверка по соблюдению условий лицензионных соглашений и норм природоохранного законодательства, так при условии несоблюдения условий лицензионного соглашения будет наложен

административный штраф по ч. 2 ст. 7.3 КоАП РФ от 300 до 500 тыс. руб. на юридическое и 20 тыс. руб. на должностное лицо.

Но, меры по увеличению административного штрафа по ч. 1 ст. 19.5 КоАП РФ будут противоречить ниже приведённым изменениям в законодательстве, основной задачей которых является – снижение административной нагрузки на организации и граждан.

В связи с изменениями в законодательстве Российской Федерации происходят изменения и в контрольно-надзорной деятельности. За прошедший 2016 год и начало 2017 года эти изменения в большей степени были направлены на защиту малого предпринимательства, а также на создание форм деятельности, способствующих взаимодействию надзорных органов с недропользователями.

Так, в соответствии с Федеральным законом от 13 июля 2015 года №246-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» с 1 января 2016 года для малого бизнеса начали действовать «надзорные каникулы» и продлятся они до 31 декабря 2018 года. Этим законом был введён запрет на плановые проверки малого бизнеса. На внеплановые проверки запрет не распространяется. Правила их проведения не изменились. Основная цель данного изменения – снижение административного давления на малые предприятия, а также стимулирование бизнесменов не нарушать нормы законодательства нашей страны в процессе ведения предпринимательской деятельности.

В 2016 году по итогам заседания президиума Совета при Президенте России по стратегическому развитию и приоритетным проектам утверждён паспорт приоритетной программы «Реформа контрольной и надзорной деятельности». Срок реализации с декабря 2016 года по 2025 год. Ключевыми целями программы является снижение административной нагрузки на организации и граждан, осуществляющих предпринимательскую деятельность, и повышение качества администрирования контрольно-надзорных функций. Ожидается, что по результатам реализации программы к

к концу 2025 года вдвое должна снизиться и административная нагрузка на организации и граждан, осуществляющих предпринимательскую деятельность [2].

В продолжение к этому в Федеральный закон «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» от 26.12.2008 № 294-ФЗ внесено и раскрыто понятие «риск-ориентированного подхода» при организации проверок. Его целью является снижение издержек при проведении проверок – как для проверяющих органов, так и для контролируемых субъектов. Подход заключается в отнесении деятельности подконтрольных субъектов к установленным классам опасности (оценка тяжести вероятных негативных последствий нарушения) или категориям риска (оценивается вероятность несоблюдения требований). Правила и критерии распределения устанавливает Правительство РФ. Уже к 2018 году за счёт внедрения риск-ориентированного подхода число плановых проверок должно сократиться на 30%. И в 2018 году не менее 90% плановых проверок будут проходить на объектах высоких категорий риска.

В целом деятельность контрольно-надзорных органов должна быть переориентирована на предупреждение и профилактику нарушений.

В настоящее время, основными причинами, приводящими к нарушениям законодательства в области недропользования в Алтайском крае являются:

- 1) реорганизация многих предприятий в новые юридические лица или нахождение их на стадии ликвидации;
- 2) финансовая нестабильность и несостоятельность недропользователей;
- 3) отсутствие квалифицированных кадров инженерно-технического и геолого-маркшейдерского состава;
- 4) высокая доля морально устаревшего и изношенного оборудования;
- 5) несоответствие требованиям технологии ведения работ существующим нормативным актам;
- 6) несоответствие действующих условий лицензионных соглашений

требованиям вводимых в действие новых законодательных актов;

7) несвоевременное обращение недропользователей в органы, выдавшие лицензии на изменение и дополнение в условия лицензионных соглашений, и непринятие юридическими лицами мер по соблюдению законодательных актов, особенно новых редакций и другое.

В современных условиях государственный надзор сферы недропользования в субъектах РФ, в том числе и в Алтайском крае, нуждается в дальнейшем совершенствовании. Эффективность геологического надзора возможна только в рамках совершенствования законодательства и усилении ответственности в сфере использования и охраны недр.

Литература

1. Ежегодный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2016 году» [Электронный ресурс] //Режим доступа: http://altaipriroda.ru/doklady/eko_doklady. Дата обращения: 22.05.2017.
2. Паспорт приоритетной программы «Реформа контрольной и надзорной деятельности» [Электронный ресурс] //Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_52144/. Дата обращения: 22.05.2017.
3. Федеральный закон от 21.02.1992 г. № 2395-1 «О недрах» (с изм. и доп., вступ. в силу с 03.07.2016) [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://base.garant.ru/10104313/>. Дата обращения: 22.05.2017.
4. Конституция Российской Федерации от 12.12.1993 (с изм. и доп., вступ. в силу с 21.07.2014) [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://constitution.garant.ru/>. Дата обращения: 22.05.2017.
5. Стратегия развития геологической отрасли до 2030 года от 21.06. 2010 № 1039-р. (с изм. и доп., вступ. в силу с 21.06.2010) [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1323>. Дата обращения: 22.05.2017.
6. Федеральный закон от 24.07.2007 №209 «О развитии малого и среднего предпринимательства в РФ» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://base.garant.ru/12164247/>. Дата обращения: 22.05.2017.
7. Федеральный закон от 26.12.2008 г. № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.05.2017) [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://base.garant.ru/12164247/>. Дата обращения: 22.05.2017.
8. Закон Алтайского края от 27.12.2008 № 137-ЗС «О недропользовании на территории Алтайского края» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/819083127/>. Дата обращения: 22.05.2017.

ВЛИЯНИЕ НЕКОНТРОЛИРУЕМОГО ПРОМЫСЛА НА СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ВОДОЕМАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Лукерин А.Ю.

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

e-mail: artemia@alt.ru

Аннотация. Приводятся результаты оценки воздействия неучтенного вылова водных биоресурсов в модельных водных объектах Алтайского края в 2016 году. Анализируются сведения по антропогенной нагрузке на места спортивно-любительского рыболовства в зависимости от сезона года. Приводятся данные по фактической и потенциальной величине изъятия ихтиофауны рыбаками-любителями. Рассматриваются аспекты влияния браконьерского промысла.

Ключевые слова: водные биоресурсы, спортивно-любительское рыболовство, мониторинг, антропогенная нагрузка

INFLUENCE OF NON-CONTROLLED FISHING ON THE STATE OF RESERVES OF WATER BIOLOGICAL RESOURCES IN WATER RESOURCES OF ALTAI TERRITORY

Lukerin A. Yu.

Altai branch of FSBI "Gosrybtsentr", Barnaul, Russia

e-mail: artemia@alt.ru

Abstract. The results of the assessment of the impact of unrecorded catch of aquatic biological resources in model water bodies of the Altai Territory in 2016 are presented. The information on attendance of popular places of amateur sport fishing is analyzed depending on the season of the year. The data on the actual and potential value of the withdrawal of ichthyofauna by amateur fishermen are given. The aspects of poaching influence are considered.

Keywords: aquatic biological resources, amateur fishing, monitoring, anthropogenic load

Введение. Биологические ресурсы водного происхождения активно используются в хозяйственной деятельности человека. И, хотя объекты животного мира относятся к возобновляемым ресурсам, история показывает о наличии некоторого предела возможности их возобновления. Наиболее подверженными антропогенному воздействию оказываются гидробионты во внутренних водоемах, из-за относительной ограниченности среды их обитания. Объекты рыболовства изымаются преимущественно для потребления в пищу, кормления сельскохозяйственных животных и объектов аквакультуры. Для поддержания нормального уровня самовоспроизводства водных биоресурсов ежегодно проводятся научно-исследовательские работы по оценке их запасов и прогнозированию объемов возможного вылова. За работой рыбодобывающих предприятий Территориальными управлениями Росрыболовства ведется постоянный контроль за освоением прогнозируемых объемов, для снижения вероятности перелова объектов промысла и подрыва их численности. Однако, в связи с повышением спроса и ценовой политики

на продукты водного происхождения, увеличивается величина неконтролируемого изъятия водных биоресурсов, которое включает неорганизованное спортивно-любительское рыболовство и незаконное промысловое изъятие (браконьерство).

Цель данной работы состоит в анализе величины неучтенного изъятия водных биоресурсов на основных промысловых водных объектах Алтайского края. Для достижения поставленной цели выполнялись следующие задачи:

- провести оценку посещаемости водных объектов рыбаками-любителями в зависимости от сезона года и дня недели;
- собрать опросные данные по видовому составу спортивно-любительского улова и его величине;
- организовать контрольный лов водных биоресурсов спортивно-любительскими орудиями лова;
- совместно с сотрудниками Алтайского отдела государственного контроля, надзора и охраны водных биоресурсов и среды их обитания Верхне-Обского территориального управления Росрыболовства произвести осмотр незаконных орудий добычи (вылова) водных биоресурсов.

Материалы и методы. Данные исследования выполняются ежегодно, в рамках мониторинга водных биологических ресурсов и среды их обитания на основании Государственного задания Росрыболовства.

Научные исследования проводились на модельных промысловых водных объектах Алтайского края, включающие два участка на реке Обь (протока Нижняя Заломная в границах Каменского района и протока Халтуриха в границах Первомайского района) и один участок на озере Песчаное Бурлинского района (юго-восточный сектор у с. Новоалексеевка). Наблюдения осуществлялись ежемесячно с мая по декабрь, с обязательным включением будних и выходных дней. В ходе работы проводился ежедневный трехразовый осмотр модельного участка с фиксацией численного количества рыбаков-любителей, продолжительности их лова.

Выборочно проводился анонимный опрос рыбаков на предмет длительности их пребывания, интенсивности лова в зависимости от дня и времени суток, производился осмотр и измерение имеющегося улова. Параллельно со сбором статистического материала проводился контрольный лов водных биоресурсов на спортивно-любительские орудия лова: спиннинги, фидеры, донные удочки. Контрольный лов осуществлялся как с лодок, так и с береговых участков.

Отдельным направлением деятельности выделялось обследование незаконных орудий лова, проводимые совместно с сотрудниками Алтайского отдела государственного контроля, надзора и охраны водных биоресурсов и среды их обитания Верхнеобского территориального управления Росрыболовства. В ходе работы проводился осмотр орудий лова, используемых для браконьерского промысла, количественный и качественный анализ улова.

Результаты исследований. Организованный рыболовный туризм в Алтайском крае пока не получил должного развития. Действующие туристические базы посещают в основном представители соседних регионов, их время пребывания на базах варьирует от 2-3 до 7 дней. Низкая численность туристов-рыболовов на официальных базах связана главным образом с высокими ценами на их услуги и развитию нелегальных рыболовных баз и частных подворий, оказывающих те же услуги по более низким тарифам [2].

Для неорганизованного рыболовного туризма характерно расположение станов по берегам водных объектов на некотором расстоянии от населенных пунктов. В качестве плавсредств чаще всего использовались надувные резиновые лодки с моторами различной мощности. Контингент неорганизованных туристов чаще всего состоял из местных (жителей Алтайского края) рыболовов-любителей, пик деятельности которых приходится на выходные и праздничные дни. Следует отметить, что данная категория рыбаков не выезжала на длительный срок (до 3 суток). Реже

отмечались представители других регионов России (в первую очередь из Новосибирской и Кемеровской областей) и ближнего зарубежья (Республика Казахстан) – их время пребывания чаще все носило сезонный характер, связанный с массовым ходом рыбы или отпускными летними месяцами [2].

Согласно натурным наблюдениям, массовый заезд рыбаков-любителей к местам лова начинается за день-два до срока окончания запрета на добычу (вылов) водных биоресурсов [3] с целью заблаговременного обустройства и подготовки орудий лова. В течение года на протоке Нижняя Заломная наибольшее количество рыбаков-любителей было отмечено в весенний период, когда за 7 будних дней и 4 выходных было зарегистрировано суммарно 68 рыбаков-любителей (таблица 1). Продолжительность пребывания рыбаков на водоеме колебалось от трех до семи дней. В летний период количество рыбаков, посетивших рассматриваемый участок реки Обь снизилось, что связано со вторым пиком паводка и снижением активности рыбы после нереста. В декабре отмечено наименьшее количество рыболовов. Причиной снижения активности рыболовов-любителей на протоке Нижняя Заломная отмечена труднодоступность участка в зимний период. Согласно расчетным данным, антропогенная нагрузка на протоку Нижняя Заломная в границах Каменского района в весенне-зимний период 2016 года составила 1163,0 человеко-дней.

На протоке Халтуриха в границах Первомайского района сезонное распределение рыбаков-любителей имеет иной характер, отличный от вышеописанного участка. Ввиду близкого расположения рассматриваемого участка к городу Барнаул, наибольшая антропогенная нагрузка приходится на летне-осенние месяцы. При этом продолжительность пребывания рыбаков на месте лова редко превышает два дня. В весенний период протока Халтуриха выполняет роль транспортной артерии к местам нереста рыбы. Ихтиофауна проходит данный участок преимущественно до окончания сроков запрета и скатывается обратно только в начале июня. В период подледной рыбалки на численность рыбаков-любителей особое влияние

оказывает непосредственная близость к городу. Общая расчетная численность любителей подледной рыбалки в выходные дни декабря превышает численность в будние дни. Общая антропогенная нагрузка на протоку Халтуриха в границах Первомайского района составила 870,3 человеко-дня.

Ввиду большой площади озера Песчаное (27,0 км² [1]), контрольный подсчет численности рыболовов-любителей проводился в юго-восточном секторе водоема (близ с. Новоалексеевка), составляющем ориентировочно $\frac{1}{4}$ акватории. Поскольку водоем находится на значительном удалении от мест концентрации промышленной и торговой сферы, одним из приоритетных способов заработка половины местного населения близлежащих населенных пунктов является рыбная ловля. Рыбная продукция в свежем виде активно скупается у местного населения и реализуется на рынках районных центров и крупных поселений. Но несмотря на активный прессинг на водоем местного населения, в выходные дни численность рыбаков-любителей увеличивается в полтора раза. Около половины приезжих рыбаков-любителей составляют жители Новосибирской и Томской областей, немного меньше жителей Кемеровской области. Жители отдаленных (от озера Песчаное) районов Алтайского края составляют не более 7 % от общего числа рыбаков в выходные дни. Ориентировочная антропогенная нагрузка на юго-восточную часть озера Песчаное составила 2279,8 человеко-дней.

При оценке величины изъятия ихтиофауны за счет спортивно-любительского рыболовства была установлена закономерность, согласно которой средний суточный улов одного условного рыбака в выходной день был несколько ниже его улова в будний день. Данная закономерность также подтверждается результатами учетного лова.

Согласно данным статистической обработки материала, полученного в ходе обследования уловов рыбаков-любителей, было установлено, что на протоке Нижняя Заломная суммарный вылов ихтиофауны составил 5,2 т. При

этом более половины объема изъятия приходится на осенние месяцы (2,8 т) (таблица 2). При исследовании видового соотношения отмечено преимущественное преобладание щуки (60,4 %). В меньшей степени вылавливались окунь (12,2 %), лещ (8,7 %) и судак (6,0 %) (рис. 1).

Исследование спортивно-любительских уловов на протоке Халтуриха также установили преобладание щуки (55,1 %). Другие виды в уловах были представлены относительно равноценно: лещ (9,4 %), карась (7,9 %), окунь (7,2 %), судак (7,2 %) и сазан (6,4 %). Оценка общего объема изъятия ихтиофауны на рассматриваемом участке составляет добычу (вылов) в количестве 3,7 т. При этом основной вылов (1,8 т) также приходится на осенний период.

На озере Песчаное, согласно полученным данным, изъятие ихтиофауны за счет неорганизованного спортивно-любительского рыболовства превышает 10,0 т. Если взять во внимание факт обследования только ¼ акватории водоема, объем неучтенного изъятия может составлять 40,0 т и более. Приоритетными объектами добычи (вылова) на озере Песчаное являются язь (29,5 %), плотва (24,6 %) и окунь (21,3 %). На долю сазана приходится немного более десятой доли всего улова. Вылов судака и карася составляет по 6,6 %.

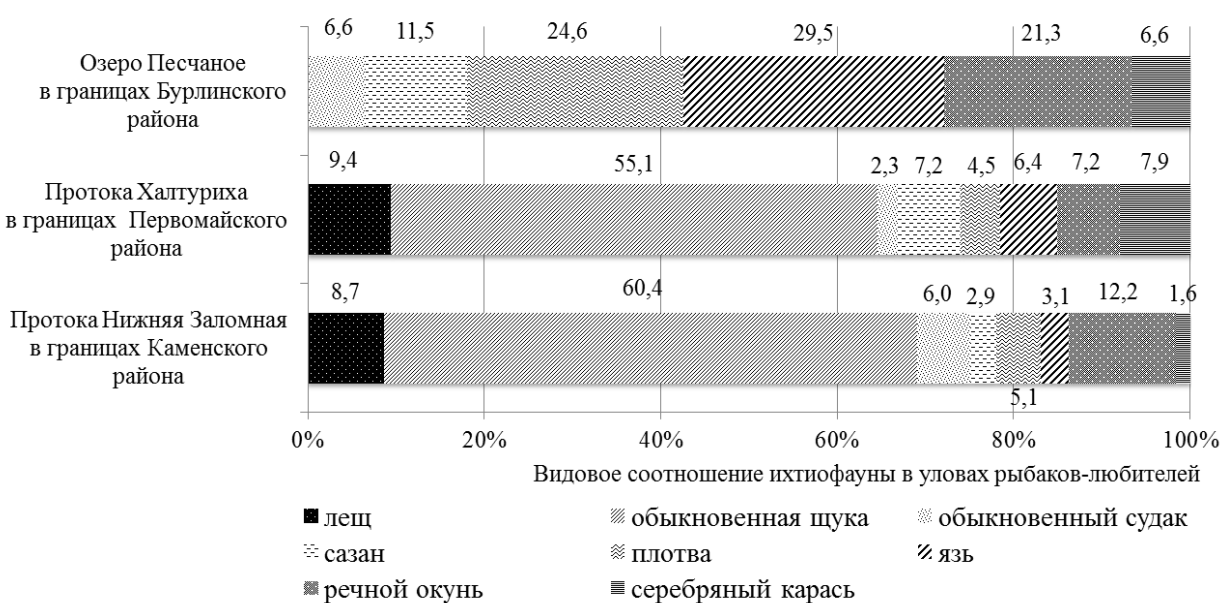


Рис. 1 – Видовое соотношение ихтиофауны в уловах рыбаков любителей на модельных водных объектах Алтайского края, 2016 год

Суммарный вылов водных биоресурсов за счет спортивно-любительского рыболовства на исследуемых модельных участках водных объектов Алтайского края в 2016 году составил 19,5 т. Принимая во внимание, что обследованные участки не превышают и 10 % всей акватории, осваиваемой рыболовами-любителями, можно оценить величину антропогенного воздействия на ихтиофауну Алтайского края в объеме более 200,0 т.

Из всех факторов спортивно-любительского рыболовства, оказываемых на запасы водных биоресурсов, наибольшее значение имеет изъятие из популяции особей непромыслового размера. Данная проблема особенно остро возникает в период подледного лова, когда вылов рыбы непромыслового размера может превышать половину улова, а для хищных видов рыб (судак, щука) – на протяжении всего периода лова.

Отдельным пунктом в оценке воздействия неучтенного промысла на запасы водных биоресурсов стоит незаконное изъятие рыбы запрещенными орудиями лова в промышленном масштабе (браконьерский лов), особенно в период весеннего нереста. Наблюдения показали, что наиболее востребованными видами браконьерского изъятия считаются судак, щука и крупные особи леща и сазана. В зимний период повышается вылов окуня. Отдельное внимание браконьеров уделяется добыче редких видов рыб: осетра, стерляди, нельмы. В большинстве случаев орудиями незаконного изъятия рыбы служат ставные жаберные сети с шагом ячеи от 80 до 120 мм. В зимний период используются сети меньшего размера (35-50 мм). По проведенным наблюдениям установлен средний объем вылова в размере 14,7 кг рыбы на 100 м сети в сутки. Принимая во внимание тот факт, что незаконной добычей водных биоресурсов занимается преимущественно местное население, данная нагрузка на водные биоресурсы оказывается ежедневно и значительно повышается в выходные дни за счет приезжих рыбаков. Отдельное внимание уделяется незаконной добычи ихтиофауны с использованием запрещенных орудий лова на местах нереста. В пойменных

заливных лугах во время нереста активно добывается крупный лещ, сазан, щука. В качестве основного орудия лова используется острога, иногда обычные вилы. В некоторых случаях браконьеры прибегают к помощи электролова. Незнание всех тонкостей действия данного орудия лова и пренебрежение детальной настройки привели к причислению электролова к орудиям массового уничтожения рыбы. В настоящее время использование электроудочек не приветствуется даже среди большинства незаконных добытчиков рыбы, которые также ведут активные меры противодействия использованию данного вида лова.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. В настоящее время спортивно-любительское рыболовство приобретает все большую популярность среди населения. Основная антропогенная нагрузка данной направленности ведется на акваториях общего пользования.

2. Согласно натурным данным, наиболее популярные участки спортивно-любительского рыболовства на речной системе испытывают нагрузку в 800 – 1100, а на озерной – до 2200человеко-дней в год.

3. Приоритетными видами спортивно-любительского рыболовства на реке Обь отмечена щука, в меньшей степени – лещ, окунь, судак. На озере Песчаное наиболее востребованы язь, плотва и окунь.

4. Суммарный вылов водных биоресурсов за счет спортивно-любительского рыболовства на исследуемых модельных участках водных объектов Алтайского края в 2016 году составил 19,5 т. Общая величина антропогенного воздействия на ихтиофауну Алтайского края может превышать 200,0 т.

5. По результатам осмотра браконьерских орудий лова установлен средний объем вылова в размере 14,7 кг рыбы на 100 м сети в сутки. В большинстве случаев орудиями незаконного изъятия рыбы служат ставные жаберные сети с шагом ячеи от 80 до 120 мм.

Литература

1. Водоёмы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. – С. 250.
2. Михайлов А.В., Лукерин А.Ю., Осипов С.А., Романенко Г.А. Оценка влияния спортивно-любительского лова на состояние запасов водных биоресурсов в модельных водных объектах Алтайского края // Современное состояние водных биоресурсов: материалы 4-й международной конференции/ под ред. Е. В. Пищенко, М.А Барсукова, И. В. Морузи. – Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2016. – С. 53-55.
3. Правила рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна // Приказ Минсельхоза России от 22.10.2014 № 402 "Об утверждении правил рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна" (Зарегистрировано в Минюсте России 26.11.2014 N 34943)

Таблица 1 – Статистические данные по сезонной посещаемости модельных водных объектов Алтайского края рыбаками-любителями, 2016 год

Сезон года	количество дней в сезоне		Количество дней наблюдения		Количество рыбаков-любителей за период наблюдения, чел.-день		Количество рыбаков за сезон, чел.-день	
	будн и	выходны е	будн и	выходны е	будн и	выходны е	будн и	выходны е
Протока Нижняя Заломная в границах Каменского района								
Весна (апрель-май)*	21	8	7	4	31	37	93,0	74,0
Лето (июнь-август)	65	27	7	4	24	27	222,9	182,3
Осень (сентябрь-ноябрь)	64	27	7	4	31	25	283,4	168,8
Зима (декабрь)	22	9	3	2	14	8	102,7	36,0
Всего рыбаков за сезон							1163,0	
Протока Халтуриха в границах Первомайского района								
Весна (апрель-май)*	21	8	9	6	12	23	28,0	30,7
Лето (июнь-август)	65	27	9	6	24	37	173,3	166,5
Осень (сентябрь-ноябрь)	64	27	9	6	29	38	206,2	171,0
Зима (декабрь)	22	9	9	6	16	37	39,1	55,5
Всего рыбаков за сезон							870,3	
Озеро Песчаное в границах Бурлинского района (с. Новоалексеевка)								
Весна (апрель-май)*	21	10	9	6	24	57	56,0	95,0
Лето (июнь-август)	65	27	9	6	54	71	390,0	319,5
Осень (сентябрь-ноябрь)	64	27	9	6	49	56	348,4	252,0
Зима (декабрь)	22	9	3	2	73	63	535,3	283,5
Всего рыбаков за сезон							2279,8	

Примечание - * Продолжительность весеннего периода спортивно-любительского лова исключает дни запрета на добычу (вылов) водных биоресурсов [3]

Таблица 2 – Оценка величины изъятия ихтиофауны за счет спортивно-любительского рыболовства на модельных водных объектах Алтайского края, 2016 год.

Сезон года	Количество рыбаков за сезон, чел.-день		Средний суточный улов на одного рыбака-любителя, кг		Общий вылов ихтиофауны за период, кг	
	будни	выходные	будни	выходные	будни	выходные
Протока Нижняя Заломная в границах Каменского района						
Весна (апрель-май)*	93,0	74,0	5,2±0,3	3,4±0,2	483,6	251,6
Лето (июнь-август)	222,9	182,3	3,8±0,7	2,7±0,4	846,9	492,1
Осень (сентябрь-ноябрь)	283,4	168,8	7,1±0,5	4,9±0,2	2012,3	826,9
Зима (декабрь)	102,7	36,0	2,5±0,3	1,8±0,3	256,7	64,8
Всего выловлено рыбы за сезон					5234,8	
Протока Халтуриха в границах Первомайского района						
Весна (апрель-май)*	28,0	30,7	3,2±0,4	1,3±0,2	89,6	39,9
Лето (июнь-август)	173,3	166,5	4,9±0,6	3,3±0,6	849,3	549,5
Осень (сентябрь-ноябрь)	206,2	171,0	5,8±0,5	3,5±0,3	1196,1	598,5
Зима (декабрь)	39,1	55,5	4,6±0,1	3,9±0,5	179,9	216,5
Всего выловлено рыбы за сезон					3719,2	
Озеро Песчаное в границах Бурлинского района (с. Новоалексеевка)						
Весна (апрель-май)*	56,0	95,0	5,8±0,4	6,3±0,6	324,8	598,5
Лето (июнь-август)	390,0	319,5	7,4±0,7	3,9±0,8	2886,0	1246,1
Осень (сентябрь-ноябрь)	348,4	252,0	6,2±0,5	2,8±0,4	2160,4	705,6
Зима (декабрь)	535,3	283,5	3,6±0,4	2,8±0,2	1927,2	793,8
Всего выловлено рыбы за сезон					10642,3	

Примечание - * Продолжительность весеннего периода спортивно-любительского лова исключает дни запрета на добычу (вылов) водных биоресурсов

ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ С УЧЕТОМ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Орлова И.В.

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

e-mail: inna_orlova11@mail.ru

Аннотация. Изучены закономерности современного распространения очагов орошаемого земледелия на территории Обь-Иртышского бассейна. Установлено, что наиболее крупные очаги орошения сосредоточены в шести природных провинциях: Южноприамурской, Кулундинской, Южнобарабинской, Западнобарабинской, Ишимской и Верхнеобской. На основе эколого-ландшафтного подхода и анализа существующих научных исследований в данной области выявлены и систематизированы основные критериальные показатели для оценки пригодности территории для орошения на уровне местностей и групп урочищ с учетом геоэкологических ограничений. Предложенная методика оценки апробирована для территории Благовещенского района Алтайского края.

Ключевые слова: орошаемое земледелие, оценка территории, геоэкологические ограничения

ASSESSMENT OF THE SUITABILITY OF THE TERRITORY FOR IRRIGATED AGRICULTURE WITH THE ACCOUNT OF GEOECOLOGICAL LIMITATIONS

I. V. Orlova

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

e-mail: inna_orlova11@mail.ru

Abstract. The regularities of the current spreading of irrigated agriculture centers on the territory of the Ob-Irtysh basin were studied. It was found out that the largest irrigated areas are concentrated in six natural provinces: Yuzhnopriamurskaya, Kulunda, Yuzhnobarabinskaya, Zapadnobarabinskaya, Ishim and Verhneobskaya. On the basis of ecological and landscape approach and analysis of the existing research in this field the main criteria for assessing the availability of areas for irrigation at the terrain level and the natural boundaries level taking into account geo-ecological constraints were selected and systematized. The proposed evaluation methodology has been tested for the territory of the Blagoveshchensky region of Altai Krai.

Keywords: irrigated agriculture, territory assessment, geo-ecological constraints

Устойчивое и эффективное развитие сельского хозяйства, ведущегося в засушливых природно-климатических условиях степной и лесостепной зон Обь-Иртышского бассейна (ОИБ), невозможно без использования ирригации. Требования повышения продуктивности и производительности труда в аграрной отрасли в целях обеспечения продовольственной безопасности нашей страны определяют необходимость расширения и реконструкции уже имеющихся сегодня площадей орошаемого земледелия, но уже на основе более строгих экологически приемлемых методов и технологий. Для этих целей необходимо изучение ирригационно-ресурсного потенциала территории, в частности, пригодности земель для орошения. Поэтому разработка методики такой оценки, основанной на эколого-ландшафтном подходе, позволяющем учитывать не только климатические,

гидрогеологические, почвенные показатели, но и геоэкологические ограничения представляется весьма актуальной.

Цель исследования: разработка методических подходов к оценке пригодности территории Обь-Иртышского бассейна для орошаемого земледелия на основе системы критериальных показателей, позволяющих определять геоэкологические ограничения и допустимые пределы развития ирригационных систем.

Материалы и методы исследования. Для расчетов использованы материалы Департамента мелиорации Министерства сельского хозяйства Российской Федерации по наличию орошаемых земель за 2013–2014 гг. и база данных ИВЭП СО РАН.

Основными методами исследования являются сравнительный, аналитический, картографический, аналогов и системного анализа.

Результаты исследования. Изучение особенностей современного распространения орошаемых земель на территории ОИБ [1] позволило выявить специфику их размещения и локализации по природным провинциям и гидролого-климатическим зонам.

Как видно из таблицы 1, самые крупные массивы фактически орошаемого земледелия ОИБ сосредоточены в признанных наиболее пригодных для его развития провинциях: Южноприалейской, Кулундинской, Южнобарабинской, Западнбарабинской, Ишимской и Верхнеобской. Также довольно большие очаги орошения имеются в межгорных котловинах Юго-Восточной Алтайской и Кузнецкой межгорно-котловинной провинциях. Для всех этих территорий характерны схожие природно-мелиоративные условия: выраженная засушливость климата в вегетационный период, равнинность рельефа, наличие пригодных для орошения почв и водных ресурсов, что и предопределило формирование здесь крупных очагов орошаемого земледелия.

Однако недоучет на практике сложности и неоднородности территориальной структуры совместно с несоблюдением оросительных норм

и технологий поливов привели к прогрессирующим экологическим проблемам на орошаемых землях: засолению, подтоплению почв, просадке почвогрунтов, подъему засоленных грунтовых вод и, вследствие этого, выбытию многих ценных сельхозугодий из использования.

Длительные наблюдения за изменением черноземов под влиянием орошения показали, что в подавляющем числе случаев (более 90 %) оказывается отрицательное воздействие на общее состояние черноземов и существующая сегодня практика их вовлечения в ирригационное использование требует своего кардинального пересмотра.

Приходит и понимание того, что в лесостепной зоне ОИБ нецелесообразно широкое площадное распространение орошаемого земледелия на регулярной основе. Здесь более оправдано применение циклического орошения на небольших по площади участках территории.

Сложившаяся ситуация привела к пониманию необходимости ужесточения экологических критериев и ограничений, используемых как для оценки пригодности земель под орошение, так и для регулирования функционирования ирригационных систем.

Рядом ученых были разработаны и предложены более жесткие критериальные показатели и нормативы, ограничивающие область благоприятного экологического состояния почв и земель при ирригационном воздействии, а также определяющие их пригодность к различным способам и режимам орошения [2–4]. Таким образом, следует констатировать, что в настоящее время происходит переосмысление с экологических позиций пригодности земель под орошение даже на признанных ранее благоприятными территориях.

В каждой из природных провинций ОИБ, вследствие неоднородности ее территории и сложности природно-мелиоративных условий, имеется ряд лимитирующих ограничений для развития широкомасштабного орошаемого земледелия, которые необходимо учитывать с целью предотвращения негативных экологических процессов в природных системах.

Так, в условиях Кулундинской и Барабинской провинций пристальное внимание следует уделять учету слабой естественной дренированности территории, близкому залеганию минерализованных грунтовых вод, гривному или плоско-западинному рельефу, наличию засоленных почв и пород.

Для Верхнеобской провинции наиболее важными ограничивающими факторами являются значительная расчлененность и большие уклоны на преобладающей части территории, преобладание в составе подстилающих пород рыхлых лессовидных суглинков, способствующих развитию просадочных явлений.

Ишимская провинция характеризуется очень слабой естественной дренированностью территории, развитием рельефа с микро- и мезопонижениями, тяжелым гранулометрическим составом покровных почвообразующих четвертичных отложений с неглубоким подстиланием толщей водоупорных, как правило, засоленных глин и близким к поверхности залеганием минерализованных грунтовых вод.

Поэтому в целях более полного и детального учета всех факторов, влияющих на пригодность земель для орошаемого земледелия нами на основе эколого-ландшафтного подхода и анализа существующих научных исследований в этой области [2–7] и др. были разработаны оценочные шкалы критериальных ландшафтных и почвенных показателей (табл. 2, 3).

Такой подход позволяет на основе нескольких основных ландшафтных критериев (табл. 2) достаточно оперативно выявлять непригодные либо пригодные для орошения крупные массивы земель (на уровне местностей). Вторая же группа почвенных критериев (табл. 3) позволяет детализировать и выявлять более мелкие ареалы пригодных для орошения земель (на уровне урочищ или групп урочищ).

При этом нами были учтены более строгие научно обоснованные геоэкологические ограничения.

Таким образом, к первой и второй категориям земель отнесены такие ландшафты, свойства и функции которых определяют их относительную устойчивость к ирригационному воздействию и допускают их длительное использование в орошаемом земледелии при условии соблюдения всех необходимых мелиоративных регламентов и режимов.

К третьей категории отнесены признанные ранее пригодными для орошения ландшафты, отличающиеся слабо устойчивыми к ирригационному воздействию свойствами и характеристиками. Их использование для развития орошаемого земледелия признано недопустимым вследствие высокого риска развития необратимых негативных экологических процессов.

К четвертой категории отнесены ландшафты, свойства и функции которых абсолютно неприемлемы для использования в орошаемом земледелии.

При этом следует учитывать, что допустимость использования ландшафтов не означает их обязательное вовлечение в систему орошаемого земледелия. Наиболее ценные пахотные угодья с высокопродуктивными черноземными почвами должны использоваться только в случае крайней необходимости. Под орошение, в первую очередь, должны вовлекаться менее продуктивные, но устойчивые к ирригационному воздействию ландшафты.

Данная система показателей была апробирована на примере Благовещенского района Алтайского края (рис.), что позволило выявить наиболее пригодные для развития орошаемого земледелия ландшафты (на уровне групп урочищ) и создать основу для дальнейшей оценки ирригационно-ресурсного потенциала его территории.

К наиболее пригодным для орошаемого земледелия территориям Благовещенского района отнесены ландшафты юго-западной и восточной частей района (номера групп урочищ 2б, 13г, 13д). Это ландшафты высоких озерных террас с типчаково-ковыльными сухими степями на темно-каштановых почвах Кулундинской провинции и пологие слаборасчлененные склоны плато с разнотравно-злаковыми настоящими степями на южных черноземах Южноприамурской провинции (табл. 4).

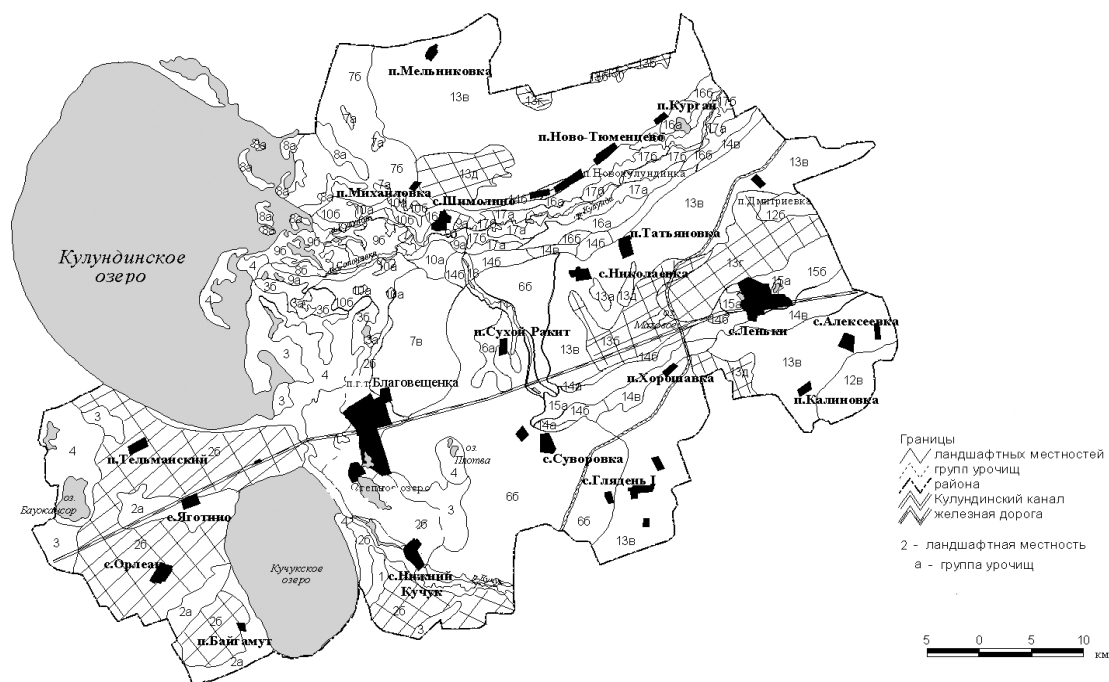


Рис. – Оценка пригодности использования территории Благовещенского района для развития орошаемого земледелия (наиболее пригодные ландшафты выделены штриховкой)

В настоящее время все они распаханы. При этом ряд пригодных для орошения, но ценных для сельскохозяйственного использования ландшафтов (6б, 12в, 13в) не были выделены нами в категорию допустимого их использования вследствие высокой продуктивности и очень хорошего агропроизводственного качества черноземных почв. Такие ландшафты нецелесообразно вовлекать в систему орошаемого земледелия.

Вывод. С помощью предложенной системы показателей оценка пригодности использования территории для развития орошаемого земледелия осуществляется с позиций системного эколого-ландшафтного подхода, что позволяет учитывать основные геоэкологические ограничения и предотвращать развитие негативных экологических процессов в природных системах.

Данная оценка является важным этапом научного исследования по выявлению перспективных территорий Обь-Иртышского бассейна с наиболее высоким ирригационно-ресурсным потенциалом. Выявление таких территорий и развитие на них экологоприемлемых ирригационных систем будет способствовать более устойчивому и эффективному функционированию сельского хозяйства.

Литература

1. Орлова И.В. Методические подходы к оценке пригодности территории Обь-Иртышского бассейна для развития орошаемого земледелия // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2017. – № 1(25). – С.14-31.
2. Айдаров И.П. Орошение и предупреждение засоления почв / И.П. Айдаров // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – № 3. – С. 31-34.
3. Комплекс мероприятий, направленных на сохранение и восстановление почвенного плодородия при циклическом орошении сельскохозяйственных культур в Волгоградской области / В.Н. Щедрин, Г.Т. Балакай, С.М. Васильев, Л.М. Докучаева, Р.Е. Юркова, А.В. Акопян, Ю.И. Кружилин и др. / Под ред. В.Н. Щедрина. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2015. – 76 с.
4. Папаскири Т.В. Зонирование территории при организации и устройстве орошаемых агроландшафтов / Т.В. Папаскири, А.Ю. Сошников, А.В. Шуравилин, Б.Е. Бондарев // АгроXXI. – 2012. – № 4-6. – С. 24-27.
5. Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель / Под ред. В.Н. Щедрина. – Новочеркасск: МСХ РФ, ФГБНУ «РосНИИПМ», 2015. – 141 с.
6. Рожков В.А. Опыт разработки национальной системы оценки пригодности земель / В.А. Рожков // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2014. – Вып. 76. – С. 33-51.
7. Романова Л.Г. Критерии оценки компонентов агроландшафта, обеспечивающих экологическую устойчивость орошаемой территории / Л.Г. Романова, В.А. Шадских, В.Е. Кижаяева, А.Г. Лапшова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2015. – № 1 (57). – С.180-185.

Таблица 1 – Распространение орошаемых земель по природным зонам и провинциям Обь-Иртышского бассейна (2013 – 2014 гг.)

Провинция	Наличие орошаемых земель, тыс. га	Из них фактически полито, тыс.га	Провинция	Наличие орошаемых земель, тыс. га	Из них фактически полито, тыс.га
Зона постоянно недостаточного увлажнения (сухая степь)					
Южнобарабинская	18,571	8,782	Североказахстанская	25,0	1,0
Кулундинская	40,976	9,384	Теке-Кызылкакская	9,580	4,348
			Итого по зоне:	94,127	23,514
Зона недостаточного увлажнения в средний и сухие годы (степь и южная лесостепь)					
Южноприалейская	40,645	10,313	Тобол-Убаганская	3,80	3,80
Предалтайская	4,218	0	Итого по зоне:	48,663	14,113
Зона переменного увлажнения в средний и сухие годы, оптимального увлажнения во влажные годы (центральная и северная лесостепь)					
Зауральская	3,526	0	Барабинская	3,472	0,954
Северопредтургайская	1,475	0,280	Восточнобарабинская	0,921	0,921
Ишимская	16,213	7,926	Верхнеобская	27,539	6,532
Западнобарабинская	15,111	5,316	Северобарабинская	1,341	0
			Итого по зоне:	69,598	21,929
Алтае-Саянская зона переменного увлажнения					
Центрально-Алтайская	1,936	0	Кузнецкая межгорно-котловинная	19,342	2,573
Юго-Восточная Алтайская	2,171	2,171	Кузнецко-Алатаусская	1,789	0,427
Салаирская	0,601	0	Итого по зоне:	25,839	5,171
Зона оптимального сочетания тепла и влаги в средний и среднесухие годы (южная тайга, смешанные и мелколиственные леса)					
Южноприаргинская	0,112	0	Вьюновская	1,354	0
Туринская	0,972	0	Североприаргинская	2,419	0,050
Ашлыкская	0,572	0	Итого по зоне:	5,429	0,050

Таблица 2 – Ландшафтные критерии оценки пригодности использования земель для орошаемого земледелия

Показатель	Использование допустимо		Использование не допустимо	
	Наиболее пригодные (1 категория)	Ограниченно пригодные с низким риском развития негативных процессов (2 категория)	Слабо пригодные с высоким риском развития негативных процессов (3 категория)	Абсолютно не пригодные (4 категория)
Гидротермический коэффициент	<0,6	0,6-1,0	1,0–1,1	>1,1
Коэффициент увлажнения Н.Н. Иванова	<0,6	0,6–0,9	0,9–1,1	>1,1
Мощность зоны аэрации, м	>30	20–30	10–20	<10
Естественная дренированность территории (величина оттока подземного грунтовых вод), мм/год	>300 (хорошо дренированные)	150–300 (слабодренированные)	50–150 (весьма слабодренированные)	<50 (дренированность отсутствует)
Геохимическое положение ландшафта	Элювиальное	Трансэлювиальное	Аккумулятивное, трансаккумулятивное, транзитное	Аккумулятивное, трансаккумулятивное, транзитное
Уклон поверхности, градусы	<0°15′	0°15′–1°30′	1°30′–3°	>3°
Тип рельефа	Плоский	Слабопологий; пологий	Пологонаклонный	Наклонный, холмистый
Степень горизонтального расчленения рельефа, км/км ²	<0,5	0,6–1,0	1,0–1,5	>1,6
Глубина залегания уровня грунтовых вод и верховодки, м	>6	3–6	1,5–3	<1,5
Степень минерализации грунтовых вод, г/дм ³ (по плотному остатку)	<1	1–3	3–5	>5
Напорность грунтовых вод	Отсутствует	Проявляется только в понижениях рельефа	Присутствует повсеместно	Присутствует повсеместно
Минерализация поливных вод, г/л	<0,5–0,7	0,7–1,0	1,0–1,5	>1,5

Таблица 3 – Почвенные критерии оценки пригодности использования земель для орошаемого земледелия (фрагмент)

Показатель	Использование допустимо		Использование не допустимо	
	Наиболее пригодные (1 категория)	Ограниченно пригодные с низким риском развития негативных процессов (2 категория)	Слабо пригодные с высоким риском развития негативных процессов (3 категория)	Абсолютно не пригодные (4 категория)
Характер гидроморфности почв	Автоморфные	Полугидроморфные	Гидроморфные	Сильногидроморфные
Общее содержание гумуса в минеральном профиле почв, %	>5	2-5	1-2	<1
Мощность органогенного (гумусоаккумулятивного) горизонта, см	>26	10-25	3-9	<3
Механический состав почвы	Легко- и среднесуглинистые	Супесчаные, тяжелосуглинистые	Глинистые, песчаные	Глинистые, песчаные
Влагоемкость, % сухой массы почвы	>30	25–30	10–25	<10
Содержание агрегатов 0,25–10 мм, % от массы воздушно сухой почвы (по методу Саввинова): – при сухом просеивании – при мокром просеивании	60–80	40–60	20–40	<20; >80
	40–70	30–40	20–30	<20; >70
Сумма водопрочных агрегатов более 0,25 мм, %	40-75	30-40	20-30	<20 >75
Водопроницаемость почвы, мм/мин	>0,8	0,5–0,8	0,3–0,5	<0,3
Равновесная плотность сложения почв, г/см ³	0,9–1,3	1,3-1,5	1,5-1,6	>1,6
Общая пористость почвы, % от объема	50–65	45–50	40–45	<40
Кислотность почвенного раствора (рН вод.)	5,5–7,0 (нейтральная и близкая к нейтральной)	5,0–5,5 (слабокислая); 7,0–7,5 (слабощелочная)	4,5–5,0 (кислая); 7,5–8,5 (щелочная)	<4,5 (сильнокислая); >8,5 (сильнощелочная)
Содержание водорастворимых солей в почве (для слоя 0–100 см), % по сухому остатку	<0,25	0,25–0,40	0,40–0,70	>0,70

Таблица 4 – Почвенно-ландшафтные показатели групп урочищ Благовещенского района (фрагмент), рекомендованных для орошения

Показатель	2б	13д
Гидротермический коэффициент	0,4–0,6	0,4–0,6
Геохимическое положение ландшафта	элювиальное	элювиальное
Уклон поверхности, градусы	0,5	0–1
Тип рельефа	плоский	плоский и слабопологий
Глубина залегания уровня грунтовых вод и верховодки, м	6	8–10
Степень минерализации грунтовых вод, г/дм ³ (по плотному остатку)	0,7–1,0	0,7–1,0
Характер гидроморфности почв	автоморфные	автоморфные
Общее содержание гумуса в минеральном профиле почв, %	2,14–3,47	4,06–5,31
Мощность органогенного (гумусоаккумулятивного) горизонта, см	28–36	32–62
Механический состав почвы	легкосуглинистые	среднесуглинистые
Равновесная плотность сложения почв, г/см ³	1,3–1,4	1,05–1,39
Водно-физические свойства почв	удовлетворительные	хорошие
Кислотность почвенного раствора (рН вод.)	от нейтральной до слабощелочной	от нейтральной до слабощелочной
Содержание водорастворимых солей в почве (для слоя 0–100 см), % по сухому остатку	0,25	<0,25

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ УЯЗВИМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ И ХОЗЯЙСТВА ОТ НАВОДНЕНИЙ В БАССЕЙНЕ Р. УРАЛ НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Падалко Ю.А.

Институт степи УрО РАН, г. Оренбург, Россия

e-mail: yapadalko@gmail.com

Аннотация. В бассейне р. Урал наводнения часто связаны с прохождением весеннего половодья. Ежегодно в зоне затопления могут оказаться около 100 населенных пунктов Оренбургской области. Адаптирована и реализована методика оценки социально-экономической уязвимости населения и хозяйства региона от наводнений, обусловленных весенним половодьем на части бассейна р. Урал. Проведено ранжирование муниципальных образований Оренбургской области по подверженности и уязвимости населения и хозяйства от наводнений.

Ключевые слова: бассейн реки Урал, Оренбургская область, наводнения, социально-экономическая уязвимость населения и хозяйства.

SOCIO-ECONOMIC VULNERABILITY OF POPULATION AND ECONOMY TO FLOOD IN THE BASIN OF THE URAL RIVER IN ORENBURG REGION

Padalko Yu.A.

Institute of Steppe of the Ural Branch of the RAS, Orenburg, Russia

e-mail: yapadalko@gmail.com

Abstract. In the Ural River basin, floods are often associated with spring flooding. Every year, about 100 settlements of Orenburg region may occur in the flood zone. The paper presents the evaluation of socio-economic vulnerability of population and economy to floods in the region. The methodology for the assessment of socio-economic vulnerability of population and economy to floods caused by the spring flood in the basin of the Ural River is implemented. The ranking of the municipalities of the Orenburg region by the exposure and vulnerability of population and economy to floods is carried out.

Keywords: the Ural River basin, Orenburg region, flood, socio-economic vulnerability of population and economy

Введение. Неблагоприятное воздействие природных вод на населенные пункты и инфраструктурные объекты приводящее к затоплению или подтоплению территории обусловлено наводнениями. Образование природных наводнений связано с явлениями в гидрологическом режиме рек. В результате весеннего снеготаяния и периодических дождевых осадков формируются экстремальные гидрологические ситуации, которые приводят к подъёму уровня в водных объектах. На не заселенных территориях – это обычные гидрологические явления на реках и водоёмах, оказывающие в благоприятное влияние на пойменные экосистемы. Но на селитебных территориях, наводнения оказывают негативное воздействие и наносят значительный ущерб населению и хозяйству. Неблагоприятные последствия наводнений для населения и хозяйства предопределяется не только от величины воздействия наводнения, но от социально-экономического уровня развития территории.

Бассейн реки Урал на стыке европейской территории России с азиатской частью, что объясняет особенности гидрологического режима реки. Водосборы р. Урал расположены в горнолесных, лесостепных и степных ландшафтах с различными природно-климатическими условиями. Поэтому в гидрологическом режиме наблюдается высокая вариация среднегодового стока и расхода воды по сезонам года [4]. В горнолесных ландшафтах на весеннее половодье приходится 60-70% годового стока. В степной зоне водосбора - до 70-85%, а на юге степной зоны - 85-100%. Вследствие такой неравномерности стока в бассейне р. Урала наводнения наиболее часто случаются вовремя прохождения весеннего половодья, что подтверждается многолетними гидрологическими наблюдениями [3, 5].

Российская часть бассейна р. Урал расположен на территории трёх субъектов Российской Федерации. Значительная индустриальная и селитебная освоенность на территории бассейна имеет дальнейшие перспективы социально-экономического развития и более глубокой международной интеграции. В настоящее время на территории бассейна проживает около 1 млн. человек, более половины сосредоточены в крупных городах - Оренбург, Орск, Новотроицк, Гай, Медногорск, Кувандык и других населенных пунктах.

В городах сконцентрировано основное промышленное производство: черной металлургии и цветной металлургии, машиностроение, топливная промышленность, энергетика. На территории бассейна освоена добыча рудных в горной области Южного Урала (восточная часть бассейна) и углеводородов на окраине Восточно-Европейской равнины (западная часть бассейна) [2].

Материалы и методы. В исследование социально-экономической уязвимости населения и хозяйства регионов бассейна р. Урал применялся бассейново-административный подход. С этой целью территория исследования была ограничена водоразделом р. Урал и административной границей Оренбургской области. Пространство внутри бассейна р. Урал для

районирования пространства было принято согласно административно-территориальному делению на местном уровне (муниципальные районы и городские округа) Оренбургской области.

Для проведения оценки социально-экономической уязвимости в первую очередь включался набор параметров характеризующие ретроспективно подверженность населения и хозяйства наводнениям. С этой целью потребовалось собрать и проанализировать сведения о случаях затопления селитебных территорий (населенных пунктов), количестве населения в зоне затопления, инфраструктурных и хозяйственных объектов за последние пятнадцать лет. Данные предоставлены Территориальным центром мониторинга и прогнозирования ЧС по Оренбургской области, ГУ МЧС по Оренбургской области и информационных ресурсов ГУ МЧС России.

Показатели, характеризующие социальная восприимчивость, хозяйственное развитие и социально-экономические индикаторы выбирались на основе экспертных оценок и возможности использования имеющейся статистических данных по муниципальным районам и городским округам [1] (Табл. 1).

При расчете суммарного индекса часто включаются разнородные показатели с не сопоставимостью единиц их измерения. Так, для оценки оптимального функционирования малой реки необходимо сравнение гидрографических и социально-экономических характера показателей водосборов. Поэтому для подобных расчетов большое значение приобретают непараметрические методы исследования, которые позволяют работать с разнородными данными и сгладить ошибки в статистическом материале.

В методе «Паттерн» многомерной непараметрической оценки, первоначально ранжируются все районы и городские округа по каждому показателю. Первые места приходятся на большие значения. После вычисления по всем показателям и приведенных (нормированных) к

наилучшим значениям, переходят на среднюю арифметическую оценку значений по группам индикаторов.

Таблица 1 - Компоненты и показатели социально-экономического уязвимости населения и хозяйства [2]

Группа индикаторов	Показатели
Социальная восприимчивость	Число лиц проживающих в ветхих и аварийных жилых домах
	Численность граждан, пользующихся социальной поддержкой по оплате жилого помещения и коммунальных услуг
	Численность лиц, обслуженных отделениями социального обслуживания на дому граждан пожилого возраста и инвалидов
Хозяйственное развитие	Общая численность трудоспособного населения
	Отгружено товаров собственного производства
	Инвестиции в основной капитал
Социально-экономические индикаторы	Плотность населения
	Уровень безработицы
	Средняя месячная заработная плата
Подверженность опасности (риска) наводнений	Количество населенных пунктов
	Доля населенных пунктов в зоне затопления
	Количество жилых домов в зоне затопления
	Численность населения в зоне затопления

Алгоритм оценки и ранжирование социально-экономического уязвимости населения и хозяйства включает следующие этапы:

1. Выбор единиц административного районирования и количественных показателей;

2. Составление базы данных по социально-экономическим характеристикам административных районов и городских округов;

3. Устанавливаются наилучшие значения по каждой характеристике ключевых водосборов, затем все показатели приводятся к этим значениям:

$$S = P_{ti} / P_{t \max}, \text{ где} \quad (1)$$

P_{ti} – значение показателей района или округа, $t=1, \dots, n$ – номера показателей,

$i=1, \dots, n$ – номера района или округа.

4. Для каждого района на базе полученных показателей

устанавливается значение комплексного показателя исследуемых социально-экономических индикаторов. характеристик;

5. Полученные комплексные величины могут быть представлены в виде интегрированного показателя по каждому муниципальному образованию и городскому округу.

Результаты и обсуждение. На территории бассейна р. Урал, имеются риски для населения и хозяйства связанные с многоводьем, обусловленный весенним половодьем, дождевыми паводками в горной и предгорной части региона. Дождевые паводки редко формируют экстремальные водно-экологические ситуации в горной части бассейна р. Урал. Но при совпадении с дружным снеготаянием могут оказать негативное влияние в прохождении весеннего половодья, а в летний период привести к аварийным сбросам на гидроузлах.

Большая часть подверженных угрозе затопления населенных пунктов, расположены на средних и малых притоках р. Урал. В основном это степные водотоки верхнего и среднего течения реки, в которых большая часть стока приходится на весенний период года. На территории Оренбургской области в бассейне р. Урал около 100 населённых пунктов, в том числе 2 крупных города (Оренбург, Орск). подвержены опасности затопления и подтопления. Общая ориентировочная численность населения, проживающая и попадающая в зону затопления (подтопления) составляет свыше 14 тыс. человек. Среди регионов российской части бассейна наибольшие негативные последствия от наводнений приходится на Оренбургскую область. (Табл. 2).

Таблица 2 - Подверженность населенных пунктов регионов бассейна р. Урал риску затопления (подтопления) [2, 4]

Регион	Количество населенных пунктов подверженных угрозе затопления (подтопления)	Общая ориентировочная численность населения в зоне затопления (подтопления), тыс. чел.
Российская Федерация		
Республика Башкортостан	63	1,5
Оренбургская область	92	14,8
Челябинская область	15	5,6

Для рек Оренбургской области характерна высокая повторяемость затопления пойменных территорий. Максимальные уровни весеннего половодья являются экстремальными для равнинных рек с широкой поймой. Высокая повторяемость затопления поймы и наличие частых заторов на реках создаёт угрозу близко расположенным населённым пунктам. В результате прохождения половодья в Оренбургской области практически ежегодно подвергаются частичному затоплению (подтоплению) селитебные территории и временно нарушается транспортное сообщение районных центров с десятками населенных пунктов. Наиболее часто наносится косвенный ущерб, связанный с затоплением дорог и низководных мостов. Эти явления приводят к нарушению сообщения между некоторыми населёнными пунктами области с районными центрами, увеличению расходов на ремонт зданий и инфраструктурных объектов, приостановке работы предприятий или сокращению мощностей из-за затруднения использования хозяйственных объектов в зоне затопления.

По результатам проведенной оценки социально-экономической уязвимости населения хозяйства от наводнений получен обобщающий индекс по каждому муниципальному образованию и городскому округу в бассейне р. Урал. Основываясь на проведенном исследовании, нами были выделены четыре группы по значению индекса уязвимости: низкий, средний, высокий и очень высокий. На основе выделенных групп построена картосхема (Рис. 1).

К группе с низким индексом относятся районы, расположенные в верховьях притоков р. Урал. Риски для населения и хозяйства здесь снижены из-за низкой плотности населения и хозяйственной освоенности. В группе со средним показателем, можно отнести большую часть муниципальных районов и городских округов в бассейне р. Урал. В этой группе существует опасность развития чрезвычайных ситуаций связанных с затоплением населённых пунктов. Высокий индекс уязвимости характерен для городских округов и муниципальных образований имеющих значительную освоенность

территории и плотность населения. Очень высоким индексом уязвимости населения и хозяйства обладают высокоразвитые промышленные центры. Значительному ущербу от наводнений могут быть подвержены крупные города и районы с высокой плотностью населения.

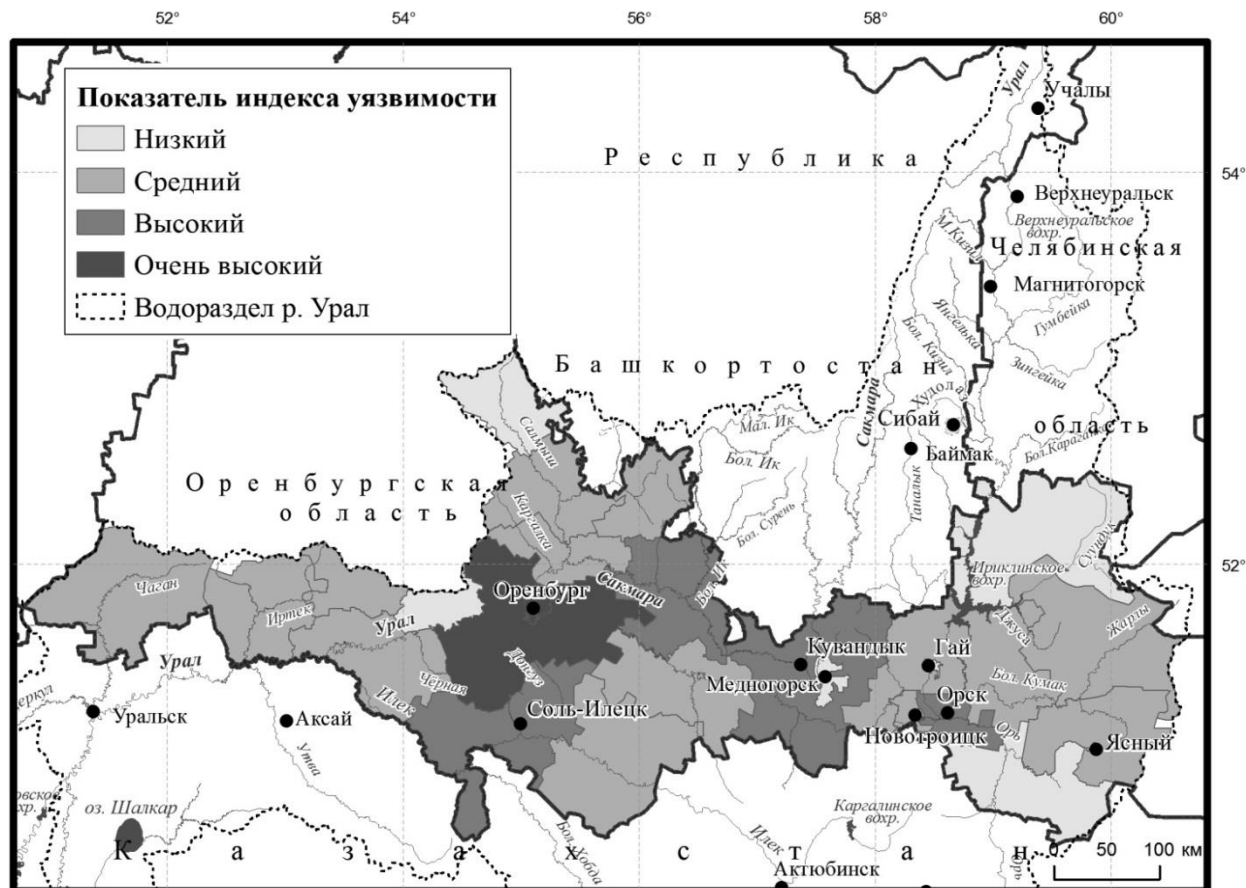


Рис. 1– Социально-экономическая уязвимость населения и хозяйства от наводнений в бассейне р. Урал на территории Оренбургской области

Заключение. Расположение селитебных территорий в пойменных зонах делает уязвимым безопасность населения и хозяйства в период весеннего половодья. Защита от экстремальных водно-экологических ситуаций связанных с половодьем с помощью дополнительного регулирования и строительства дамб увеличивает риск природно-техногенных наводнений и создаёт угрозу затопления нижерасположенным территориям. В целом по Оренбургской области, весеннее половодье часто наносит ущерб инфраструктурным объектам регионов и населенным пунктам. В целях предотвращения негативного воздействия вод на населенные пункты необходимо введение особых условий использования территорий, попадающих в зону затопления (подтопления).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Министерства образования Оренбургской области в рамках научного проекта № 17-45-560548 р_а «Географо-гидрологическая специфика речных водосборов в формировании многоводья и маловодья в аспекте устойчивого развития степных регионов (на примере Оренбургской области)»

Список использованной литературы

1. База данных показателей муниципальных образований. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] // Единый Интернет-портал Росстата. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/databases/ (дата обращения: 20.12.2016).
2. Падалко Ю.А. Социально-экономическая уязвимость населения и хозяйства регионов российской части бассейна р. Урал от наводнений // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 12-2. – С. 439-443.
3. Сивохип Ж.Т., Падалко Ю.А. Географо-гидрологические факторы опасных гидрологических явлений в бассейне реки Урал // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2014. – № 6. – С. 53-61.
4. Схемы комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Урал (Российская часть)». – Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, 2010.
5. Чибилёв А.А., Падалко Ю.А., Водно-экологическая безопасность окружающей среды в трансграничном бассейне реки Урал / Проблемы безопасности окружающей среды: Сборник статей / НАН РА Центр эколого-ноосферных исследований; Отв. ред.: А.К. Сагателян. – Ер.: Изд-во «Гитутюн» НАН РА, 2016. – С.244-251.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СОХРАНЕНИЮ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Платонова С.Г.¹, Скрипко В.В.^{1,2}, Стрельникова Т.О.³, Адам А.А.^{1,2}

¹ *Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия*

² *Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия*

³ *Институт экологии человека СО РАН, г. Кемерово, Россия*

e-mail: platonova@iwep.ru

Аннотация. Для восстановления биоразнообразия угледобывающих регионов предложено выделять центры концентрации биологического разнообразия, как потенциальные источники биоматериала для восстановления экосистем, в непосредственной близости от угольных разрезов. Выделение следует проводить на основе оценки уязвимости природных ландшафтов к антропогенному воздействию и индекса редких видов растительности. В результате, для района Бунгуро-Чумышского месторождения Кемеровской области выделено три участка центров концентрации биоразнообразия. Контуры участков охватывают ведущие виды ландшафтов с низкой и пониженной уязвимостью и высоким значением индекса редких видов (6,4-9,1).

Ключевые слова: угольные месторождения, биоразнообразие, центры концентрации биоразнообразия, уязвимость ландшафтов, индексы редких видов.

METHODOLOGICAL APPROACHES TO BIODIVERSITY CONSERVATION IN THE ZONE OF INFLUENCE OF COAL DEPOSITS

Platonova S. G.¹, Skripko V. V.^{1,2}, Strelnikova T. O.³, Adam A. A.^{1,2}

¹ *Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia*

² *Altai State University, Barnaul, Russia*

³ *Institute of Human Ecology SB RAS, Kemerovo, Russia*

e-mail: platonova@iwep.ru

Abstract. To restore the biodiversity of coal-mining regions, it is proposed to identify the centers of biodiversity concentration as potential sources of biomaterial for ecosystem restoration in the vicinity of coal mines. It should be made by means of the assessment of natural landscapes vulnerability to human impact and the use of index of rare plant species. For instance, in the area of the Bunguro-Chumyshsky deposits, Kemerovo oblast, three centers of biodiversity concentration were revealed. The sites' contours cover key types of landscapes with low and reduced vulnerability, and a high index of rare species (6,4-9,1).

Keywords: coal deposits, biodiversity, centers of biodiversity concentration, landscape vulnerability, rare species indices

Введение. Сохранение биоразнообразия относится к актуальным проблемам устойчивого развития промышленных регионов. В 2012–17 гг. в России действовал совместный Проект Программы развития ООН, Глобального экологического фонда, Министерства природных ресурсов и экологии РФ «Задачи сохранения биоразнообразия в политике и программах развития энергетического сектора России», направленный на внедрение современных экологических подходов и технологий, способствующих сохранению биоразнообразия, в практику энергетических компаний. Одной из демонстрационных территорий реализации проекта стала Кемеровская

область, занимающая первое место среди регионов Сибирского Федерального Округа по добыче полезных ископаемых.

Одним из путей решения проблемы сохранения (восстановления) биоразнообразия наряду с функционированием особо охраняемых территорий может быть выделение в непосредственной близости от горнодобывающих предприятий участков, которые могут стать источником биологического материала для восстановления экосистем на нарушенных территориях – с последующей передачей этих территорий под охрану недропользователям.

Целью исследования было научное обоснование выделения в зоне действия угледобывающих предприятий участков естественных ландшафтов – центров концентрации биологического разнообразия – для его сохранения (восстановления). В качестве объекта рассматривался район Бунгуро-Чумышского угольного месторождения, характеризующийся высокой степенью антропогенной преобразованности территории.

Материалы и методы. Методологическую базу оценки исследуемой территории составил геоэкологический подход, широко используемый в последние годы для изучения экологического состояния геосистем (ландшафтов) и их компонентов [2 и др.]. Он опирается на положение о совместном и взаимообусловленном процессе взаимодействия природных комплексов и общества. Формой реализации геоэкологического подхода в настоящем исследовании является оценка уязвимости ландшафтов и уровня биоразнообразия.

Под уязвимостью ландшафтов (природных комплексов) к антропогенному воздействию понимается характеристика обратная устойчивости. Устойчивость ландшафтов – это способность системы к сохранению нормального функционирования путем самоочищения от продуктов техногенеза [3].

Оценка уязвимости ландшафтов, проведенная в рамках настоящего исследования, основана на сопоставлении в матричной форме показателей

степени антропогенной преобразованности и устойчивости ландшафтов. Результаты этой оценки были представлены ранее для Новокузнецкого района [4]. Антропогенная преобразованность в пределах ландшафтных контуров рассчитана с использованием средневзвешенного по площади коэффициента [2]. Оценка устойчивости природных ландшафтов к антропогенному воздействию основана на принципах и методических подходах к анализу состояния и устойчивости почв, ландшафтов и экосистем [3]. При этом для условий Кемеровской области экспертным путем было выбрано девять показателей устойчивости ландшафтов [4]: его геохимическое положение; крутизна склонов; степень гидроморфности почв; механический состав почвы; тип водного режима; мощность гумусового горизонта; содержание гумуса в почве; кислотность почвенного раствора; интенсивность биологического круговорота.

Оценка уровня биологического разнообразия базируется на выявлении таксономического разнообразия исследуемого района. Материалами послужили видовые списки флоры и фауны, составленные по полевым наблюдениям 2008–2015 гг. и данным анализа опубликованных литературных источников. В списках фауны ООПТ отражены результаты полевых исследований 2015 г. Д. В. Сущева, С. В. Лукьянцева. Оценка уровня биологического разнообразия включает анализ показателей и индикаторов состояния биоразнообразия популяционно-видового и экосистемного уровней [6]. Для анализа исследуемого угледобывающего района (УДР) экспертным путем отобран показатель – «индекс редких видов».

Индекс редких видов: $ИРВ = \Sigma(N_i/C_i)$, где N_i – число видов определенной категории редкости; C_i – категория редкости вида (по классификации, принятой в Красной книге Кемеровской области). Индексы редких видов определены как суммарные показатели всех таксонов, включенных в Красную книгу Кемеровской области [5].

Выделение участков – центров концентрации биологического разнообразия в зоне действия угледобывающих предприятий предлагается проводить на основе определения наименее уязвимых к антропогенному воздействию типов естественных ландшафтов с высоким потенциалом самовосстановления и высоким уровнем биоразнообразия – источника естественного биоматериала для распространения его на нарушенные земли. При этом в среде ArcGIS проводилось совмещение отдельных слоев ГИС-проекта – картосхемы уязвимости ландшафтов с рассчитанными для них индексами редких видов. Для разных типов естественных ландшафтов выделялись участки, примыкающие к отводам угледобывающих предприятий с низкой степенью уязвимости (устойчивые ландшафты с высоким потенциалом восстановления) и высоким значением индекса редких видов. Воздействие от угледобычи для района Бунгуро-Чумышского месторождения – по данным мониторинга [7].

Результаты и обсуждение. Бунгуро-Чумышское месторождение расположено в юго-западной части Новокузнецкого района Кемеровской области и представляет собой территорию длительного освоения. В природном отношении – это стык Салаира и Кузнецкого-Алатау. Территория расчленена долинами рек, относящихся к бассейну р. Оби: притоков Чумыша (на западе) и Томи (в центральной и восточной частях). Абсолютные отметки территории колеблются от 220 м до 475 м. Анализ структуры природных ландшафтов [по: 1] показал, что в районе Бунгуро-Чумышского месторождения преобладают волнистые расчлененные водоразделы с осиново-березовыми закустаренными колками в его восточной части и черневой пихтово-осиновой тайгой – в западной, а также прилегающие к ним пологие склоны, занятые березово-осиновыми лесами. На их долю в совокупности приходится 77,2% общей площади. Оставшаяся часть территории занята различными долинными ландшафтами, на которые приходится 22,8%.

Анализ структуры техногенного воздействия выявил в районе влияния Бунгуро-Чумышского месторождения следующие основные типы земель по хозяйственному использованию: земли горнодобывающего комплекса, селитебные территории, распаханые территории и прочие.

К наиболее существенной трансформации природных систем приводит функционирование горнодобывающего комплекса. Главными техногенными элементами на территории ключевого участка являются карьеры и отвалы, а так же объекты сопутствующей инфраструктуры. При осуществлении угледобычи происходит нарушение наиболее консервативных элементов естественного ландшафта – литогенной основы и рельефа. Изъятие угольных пластов сопровождается формированием новых сопряженных в пространстве отрицательных (карьеров) и положительных (отвалы) форм рельефа.

Селитебные территории характеризуются концентрацией разнообразной хозяйственной деятельности. В пределах населенных пунктов природные системы так же претерпевают значительные изменения, хотя и в меньшей степени, чем при угледобыче открытым способом.

К распаханым территориям отнесены земли, используемые под выращивание зерновых и кормовых культур. В контуры этого типа земель включены не только угодья, используемые в последние годы, но и брошенные зарастающие пашни, выделенные по результатам дешифрирования космоснимков. Поскольку процессы трансформации почвенного и растительного покрова, связанные с распашкой, имеют долговременный характер.

Прочие земли включают относительно ненарушенные и слабо нарушенные лесные массивы, сохранившие природную структуру, а также участки естественных пастбищ и сенокосных угодий.

Структура хозяйственного использования земель Бунгуро-Чумышского участка представлена в таблице 1. Её рассмотрение по видам воздействия показывает, что в районе исследуемого угольного месторождения воздействие предприятий угледобывающей промышленности максимально

проявляется на ландшафты долин мелких рек (17, 18) (58,1%). Наиболее распаханы ландшафты водоразделов (1) (52,2%) и долины мелких рек и ручьев (21) (57,9%). Селитебные территории примерно одинаково охватывают все ландшафты (от 2 до 9,5%). Доля прочих территорий колеблется в ландшафтах долин рек от 17,5, до 66,4%, на склонах и водоразделах от 40,1 до 49,1%.

Результаты геоэкологической оценки районов угледобычи в Новокузнецком районе [4], показали, что 50 % исследуемых ландшафтов являются устойчивыми к антропогенному воздействию; 36 % – относительно устойчивыми и 14 % – малоустойчивыми; неустойчивые и весьма неустойчивые на территории Новокузнецкого района не представлены. Максимальный вклад в снижение устойчивости ландшафта в условиях Новокузнецкого района вносят показатели, связанные с рельефом (геохимическое положение, крутизна склона). Эти показатели являются средними и вполне характеризуют территории, расположенные в зоне влияния Бунгуро-Чумышского месторождения.

Наиболее устойчивыми являются ландшафты (ландшафтные местности по [1] – ЛМ) водоразделов и приводораздельных пологих склонов с осиново-березовыми колками или суходольными остепненными разнотравными лугами (ЛМ 1, 4, 5). Самая низкая устойчивость отмечена для крутосклонных ландшафтов, с разреженным древесным покровом или сырыми хвойными лесами (ЛМ 4) и заболоченных участков речных долин (ЛМ 20) (см. рис. 1).

На основании совмещения картосхем уязвимости индексов редких видов для района Бунгуро-Чумышского месторождения выделено три участка – центров концентрации биологического разнообразия (рис. 1). Рекомендуемые участки характеризуются наименьшей степенью уязвимости (т. е. являются наиболее устойчивыми к антропогенной нагрузке) и высоким индексом редких видов (ИРВ). С другой стороны, эти участки (кроме участка III) расположены в пяти-километровой зоне пылевого (частично – химического) загрязнения, возникающего в результате взрывных работ при

разработке угольных месторождений. Ширина зоны рассчитана для угольных разрезов по эмпирическим данным [7].

Участок I «Костенковские скалы» (Синие скалы) включает фрагменты долинных и склоновых ландшафтов р. Чумыш у с. Костенково. Положение на стыке ландшафтов степных (представленных группой урочищ), лесных (березово-осиновых с примесью сосны) и долинных определило высокое таксономическое разнообразие с ИРВ=9,1. Два других участка (II, III), представляющие собой типичные таежные ландшафты Салаира, отличаются также высоким значением ИРВ (6,4). Участок II, расположенный на правом берегу р. Чумыш в междуречье Чумыш – Айлап, ограничен на основном своем протяжении долиной Чумыша, с юга долинами притоков Чумыша – р. Бол. Речка и Айлап. Участок III – правобережье долины р. Бенжереп является наименее затронутым хозяйственной деятельностью районом с высоким биологическим разнообразием таежных ландшафтов. До 2008 г. он представлял собой северную часть Сары-Чумышского заказника.

Заключение

Одним из оптимальных путей решения проблемы сохранения (восстановления) биоразнообразия может стать выделение в непосредственной близости к горнодобывающим предприятиям дополнительных «центров концентрации биологического разнообразия» – участков, которые являются источником биологического материала для поддержания жизнеспособности экосистем и восстановления их на нарушенных территориях.

Выбор центров концентрации биологического разнообразия предлагается проводить на основе разработанной комплексной методики, включающей выделение наименее уязвимых к антропогенному воздействию типов естественных ландшафтов с высоким потенциалом самовосстановления и оценку биоразнообразия на основе расчета индексов биоразнообразия.

Эта методика была апробирована для Новокузнецкого района Кемеровской области, где в зоне действия Бунгуро-Чумышского угольного месторождения выделено 3 участка с высокими значениями индекса редких видов: «Костенковские скалы» (I); таежные ландшафты на правом берегу р. Чумыш в междуречье Чумыш – Айлап (II) и в правобережье долины р. Бенжереп (III).

Литература

1. Ландшафтная карта Кемеровской области. М-б 1 : 500 000 / отв. ред. Ю. И. Винокуров, В. Л. Гросс. – Барнаул: ИВЭП СО РАН, 1991.
2. Кочуров Б. И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. – Смоленск: Изд-во Смоленского гум. ун-та, 1999. – 154 с.
3. Мазур И. И., Молдаванов О. И. Курс инженерной экологии. – М.: Высшая школа, 2001. – 509 с.
4. Платонова С. Г., Скрипко В. В., Стрельникова Т. О., Адам А. А. Геоэкологическая оценка районов угледобычи (на примере Новокузнецкого района) // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: Материалы IV Международной конференции. – Кемерово, 2015. – С. 120-126.
5. Красная книга Кемеровской области. Т. 1: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. – Кемерово: Азия принт, 2012а. – 208 с.
6. Яшина Т. В. Индикаторы оценки биоразнообразия на особо охраняемых природных территориях Алтае-Саянского экорегиона. Руководство по использованию. – Красноярск, 2011. – 56 с. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.altai-sayan.ru/doc/Indikator_biodiver.pdf (дата обращения 27.09.2016).
7. Мониторинг, оценка и прогноз состояния окружающей природной среды на основе современных информационных технологий / отв. ред. А. Н. Куприянов. – Кемерово: ИД «Азия», 2013. – 112 с.

Таблица 1 – Структура хозяйственного использования земель района Бунгуро-Чумышского угольного месторождения

Тип хозяйственного использования земель	Площадь контура, га	Доля от общей площади, %
Горно-добывающий комплекс	3020,5	16,6
Селитебные территории	1142,3	6,3
Распаханные территории	5383,7	29,6
Прочие территории	8640,1	47,5
Итого:	18186,5	100,0

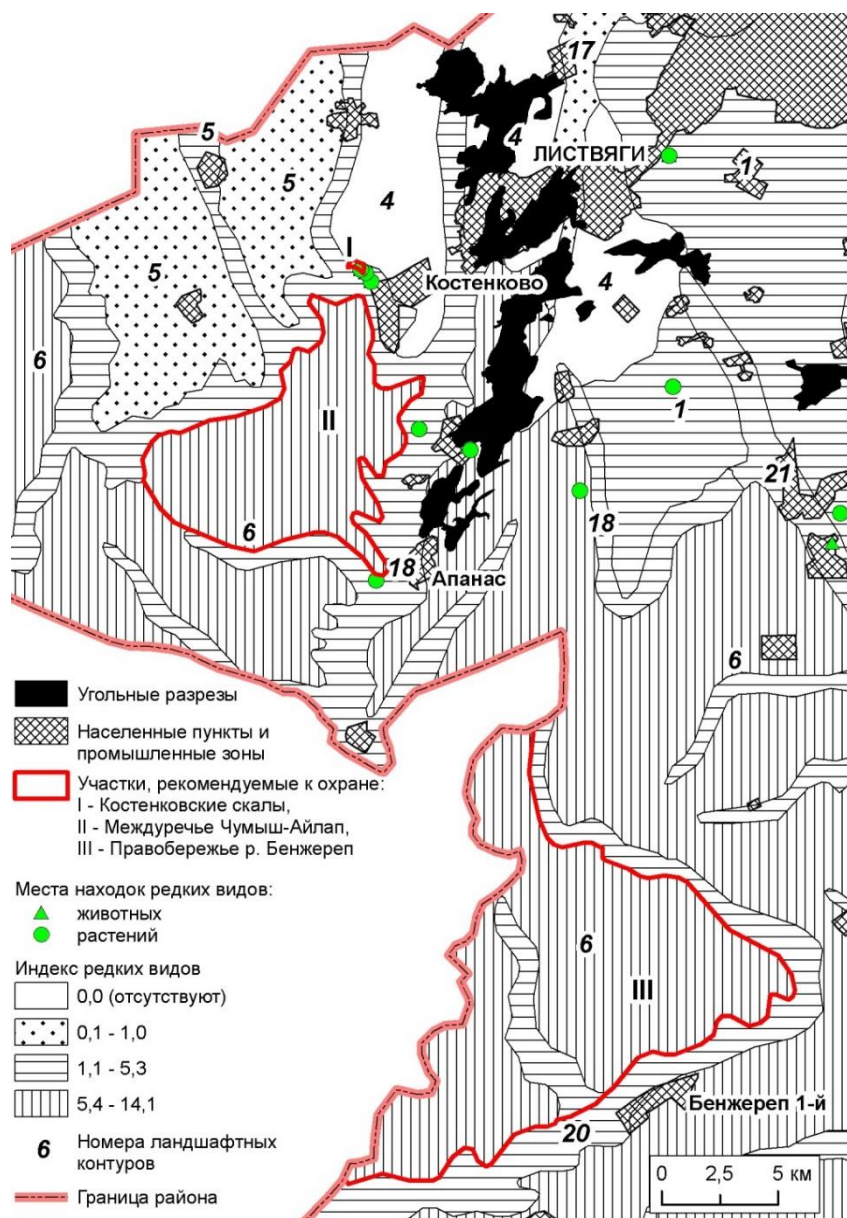


Рис. 1. – Участки, рекомендуемые к охране в зоне действия Бунгуро-Чумышского угольного месторождения.

Ландшафты (фрагмент легенды с сокращениями по [1]). Кузнецкий Алатау.
 Водоразделы: 1 – с осиново-березовыми колками на темно-серых лесных почвах (200–400 м). *Салаир*. Склоны расчлененные: 4 – пологие с березово-осиновыми колками и суходольными лугами на комплексе черноземов, серых лесных и оподзоленных и лугово-болотных почв (300–400 м); 5 – средней крутизны с березово-осиновыми с примесью сосны лесами на темно-серых лесных и дерново-подзолистых почвах (300–450 м). Водоразделы: 6 – волнистые с черневой пихтово-осиновой тайгой и березово-осиновыми лесами и крупнотравными лесными лугами на горно-таежных глубокооподзоленных почвах (400–600 м). Долины мелких рек и ручьев: 17 – со злаково-разнотравными заливными лугами на аллювиально-луговых почвах; 18 – с березовыми с примесью осины лесами в сочетании с лесными лугами на аллювиально-луговых, дерново-подзолистых и лугово-подзолистых почвах; 20 – с заболоченными елово-пихтовыми лесами на торфянисто-болотных почвах и осоково-моховыми болотами; 21 – заболоченные с елово-березовыми с участием осины лесами и участками лесных лугов на лугово-болотных и болотно-подзолистых почвах.

ФОРМИРОВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ВЕРХНЕЙ ОБИ (НОВОСИБИРСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ) В ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Савкин В.М., Двуреченская С.Я.

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, Новосибирский филиал,
г. Новосибирск, Россия*

e-mail: savkin@iwep.nsc.ru

Аннотация. Проанализировано использование водных ресурсов Новосибирского водохранилища сложившимся водохозяйственным комплексом и изменение приоритетов в обеспечении водой его компонентов на различных этапах существования водоема. Обсуждаются процессы формирования качества воды в водохранилище в зависимости от гидрологических сезонов и периодов водности основной реки. Предложены перспективные пути оптимизации использования водных ресурсов водохранилища.

Ключевые слова: водохранилище, водные ресурсы, качество вод

FORMATION AND UTILIZATION OF WATER RESOURCES OF UPPER OB RIVER (NOVOSIBIRSK RESERVOIR) UNDER NATURAL AND TECHNOGENIC CONDITIONS

Savkin V.M., Dvurechenskaya S.Ya.

*Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Novosibirsk Branch,
Novosibirsk, Russia*

e-mail: savkin@iwep.nsc.ru

Abstract. The use of water resources of Novosibirsk reservoir by a water utilization complex and the change of priorities in water supply of its components at different stages of the reservoir existence are analyzed. The processes of formation of water quality in the reservoir, depending on the hydrological seasons and the periods of water content of the main river are discussed. Prospective ways to optimize the use of water resources of the reservoir are introduced.

Keywords: reservoir, water resources, water quality

Введение. Бассейн Верхней Оби расположен на реке Оби от слияния Бии и Катунь до впадения правого притока р. Томь. Это наиболее напряженный по использованию речного стока отрезок реки и наиболее освоенный в хозяйственном отношении, в тоже время наиболее маловодный в сравнении со Средней и Нижней Обью. Общая площадь Обь-Иртышского бассейна составляет 4,8 млн. км² или 12 % территории РФ. Основная его часть расположена в пределах Западно-Сибирской равнины, крайнюю юго-восточную часть бассейна занимают горы Алтая. На территории равнины ярко выражено зональное распределение ландшафтов, в горах – вертикальная поясность, при этом вклад каждого природного комплекса в формирование речного стока различен. В лесной зоне формируется 57,9% годового объема стока бассейна, на горные районы Алтая и Саян приходится 16,7% стока, а на зону тундры – 13,3%. Наименьшие объемы водных ресурсов формируются в верховьях реки – лесостепной и степной зонах – 12,1% [2].

На территории Алтайской ландшафтной области протекают многочисленные горные реки – притоки Катуня: Аргут, Чуя, Кокса, Урсул, а также реки Бия, Чарыш, Ануй, Чумыш. Многие реки Салаиро-Кузнецкой ландшафтной области принадлежат к системе правых притоков Верхней Оби – Томь, Иня, Бердь [7].

Новосибирское водохранилище – это единственным крупным искусственный водоем на реке Оби многоцелевого назначения, созданный в конце 50-х годов XX века. Полный его объем – 8,8 км³, полезный – 4,4 км³ при среднемноголетнем стоке Верхней Оби в створе ГЭС 51,7 км³. Полный объем водохранилища аккумулирует в среднем 17% годового стока Верхней Оби, а полезный – 8,6%. Протяженность водохранилища охватывает территорию Новосибирской области и Алтайского края. Исторически Новосибирский гидроузел создавался с энергетической целью, однако усиление в 70-х гг. прошлого века общего антропогенного пресса на водные объекты Сибири, в частности на водные ресурсы Новосибирского водохранилища, привело к смене ведущего водопользователя – энергетики, имевшей право на первоочередное обеспечение водой. Развитие объединенной энергосистемы Сибири несколько снизило и энергетическое значение Новосибирской ГЭС с современной установленной мощностью 475 тыс. кВт. В сложившемся водохозяйственном комплексе использование водных ресурсов Верхней Оби в большей степени приобрело водоснабженческие функции [6].

Формирование и использование водных ресурсов Новосибирского водохранилища

Целью данной работы является анализ условий формирования и использования водных ресурсов Верхней Оби на примере Новосибирского водохранилища в природно-техногенных условиях за многолетний период (табл.1).

Избежание рисков водопользования в бассейне Верхней Оби связано с гарантированной устойчивой обеспеченностью водой всех участников

сложившегося водохозяйственного комплекса и, в первую очередь, питьевого водоснабжения. По Новосибирской области приоритеты в использовании водных ресурсов водохранилища расставлены следующим образом: лидирующими отраслями по водозабору являются хозяйственно-питьевое водоснабжение и промышленность, при относительно небольшом потреблении воды сельским хозяйством для орошения. В последние годы XX века в Новосибирской области ежегодно использовалось 791,57 млн.м³ пресной воды из них: поверхностных вод – 734,72 млн.м³, подземных – 56,85 млн.м³. Из общего количества забранной пресной воды на производственные нужды было затрачено 425,58 млн.м³ на хозяйственно-питьевые – 243,72 млн.м³, на орошение и обводнение – 65,42 млн.м³. В среднем для водоснабжения хозяйственно-питьевого назначения ежегодно в г. Новосибирске и области расходуется 243,9 млн.м³ поверхностных и подземных вод. По городам и районам области удельное водопотребление существенно варьирует в связи с природными и хозяйственными факторами. Максимальное его значение в городах Бердск – 335 л/чел в сутки., Искитим – 326 л/чел.сутки; Новосибирск 296 л/чел сутки. Минимальное - в районах области: Купинском, Северном, Кыштовском, Чулымском и Венгеровском составляет от 12 до 18 л/чел сутки.

Таблица 1 – Приоритеты в использовании водных ресурсов Новосибирского водохранилища за многолетний период

Период эксплуатации водохранилища	
с 1959 по 1975 гг.	с 1975 г. по настоящее время
-Энергетика	-Водоснабжение-
-Водоснабжение	-Энергетика
-Водный транспорт	-Рекреация
-Рыбное хозяйство	-Рыбное хозяйство
-Обеспечение водой отраслей хозяйства нижнего бьефа	-Водный транспорт
-Орошение, мелиорация	-Орошение, мелиорация
-Рекреация	-Обводнение поймы нижнего бьефа
	-Трансформация экстремальных водностей Верхней Оби

Водоохранилище обеспечивает круглогодичное водоснабжение городов, крупных населенных пунктов и промышленных предприятий Новосибирской

области и Алтайского края. Особое значение водохранилище приобрело в связи с необходимостью устойчивого обеспечения коммунального хозяйства города Новосибирска, водозаборы которого расположены ниже плотины ГЭС. В нижнем бьефе расположены четыре городских водозабора: русловой (НФС-3 производительностью 150 тыс. м³/сут.), два ковшевых (НФС-1 производительностью 250 тыс. м³/сут. и НФС-5 производительностью 600 тыс. м³/сут.), а также НФС-2 производительностью 140 тыс. м³/сут. Существенным обстоятельством, осложняющим работу водозаборов в меженные периоды, обуславливающим повышенные попуски из водохранилища, является посадка уровней воды в р. Оби ниже плотины ГЭС. Этот процесс вызван как влиянием водохранилища, являющегося своего рода отстойником для твердого стока и поставляющим в нижний бьеф осветленную воду, так и карьерными разработками песчано-гравийной смеси из русла реки для городских нужд. Посадка уровней по Новосибирскому водному посту, находящемуся на расстоянии 20 км ниже плотины, за период существования ГЭС составила более 1,6 м и, несмотря на прекращение добычи песчано-гравийных материалов, продолжается. По прогнозам МГУ, к 2050 году общая посадка уровней может увеличиться на 0,4-0,7 м. В связи с этим реконструкция водозаборов г. Новосибирска возможно станет первоочередной перспективной задачей, решаемой исходя из водохозяйственных и экологических условий.

В различные годы уровенный режим Новосибирского водохранилища может отличаться как по продолжительности основных фаз, так и по срокам их начала и окончания. В настоящее время наблюдается значительное сокращение продолжительности стабилизации уровня воды на отметке НПУ, которая в отдельные годы в 3 раза была меньше среднемноголетней величины. За время эксплуатации водохранилища сработка уровня воды ниже УМО перед весенним наполнением наблюдалась в 32 годах из 52. Если в начальный период существования водохранилища понижение уровня воды ниже УМО носило эпизодический характер и составляло не более 0,15 м (за

исключением экстремально маловодных 1981 и 1982 гг.), то в последние десятилетия снижение уровня воды в водохранилище ниже УМО происходит практически ежегодно, и во вновь разрабатываемых правилах использования водных ресурсов признается закономерной.

К настоящему времени водные ресурсы Верхней Оби и Новосибирского водохранилища еще позволяют удовлетворять интересы водохозяйственного комплекса верхнего бьефа, существенно улучшать санитарные условия реки в нижнем бьефе у расположенных здесь водозаборов г. Новосибирска, обеспечивать бесперебойную работу городских водопроводов увеличенными попусками, поддерживать судоходные условия в межень на участке реки Оби от г. Новосибирска до устья реки Томи, трансформировать максимальные волны половодий и паводков у г. Новосибирска, аккумулировать водные ресурсы Верхней Оби в многоводные сезоны и обеспечивать их многоцелевое использование в маловодные периоды. Водоохранилище полностью обеспечивает круглогодичное снабжение водой города Новосибирска, а также населенных пунктов и промышленных предприятий Новосибирской области и Алтайского края. Регулирование стока р. Оби Новосибирским водохранилищем позволяет также снижать максимальные расходы половодья на 29%, увеличить расходы воды ниже плотины в период зимней межени на 112-120%. Влияние водохранилища распространяется по протяжению реки на 600км (до г. Колпашево), где зимний сток увеличивается на 32% от естественного. Многолетний режим уровней воды в водохранилище стабильно характеризуется тремя основными фазами: повышением уровней воды при заполнении чаши водохранилища стоком р. Оби в период весеннего половодья; летним стабилизированным стоянием уровней на отметке НПУ и близких к ней; понижением уровней воды при осенне-зимнем использовании водных запасов

Как показывает анализ, режим уровней воды в водохранилище и его основные фазы по годам отличаются как по продолжительности, так и по

срокам начала и окончания. В течение последних 20 лет наблюдается значительное сокращение продолжительности стабилизации уровня воды на отметке НПУ, которая в отдельные годы в 2 раза меньше среднемноголетней величины. Анализ динамики среднемесячных коэффициентов водообмена показывает, что незначительные отклонения их от среднемноголетних значений наблюдаются обычно в мае (на 0,20 меньше) и в июне (на 0,22 больше). В остальные месяцы коэффициенты водообмена остаются близкими к среднемноголетним значениям

В основном гидрологический режим водохранилища определяется фазами его наполнения и сработки. В связи с увеличением потребностей в воде наблюдается дефицит водных ресурсов полезной призмы водохранилища ($4,4\text{км}^3$). при обеспеченности водности Верхней Оби более 65%. Дефициты водохозяйственных балансов водохранилища характерны для лимитирующих периодов зимней межени. В основном, это влияет на водоснабженческую функцию водохранилища и в основном вызвано повышенными сбросами воды в нижний бьеф в меженные периоды для обеспечения работы водозаборов г. Новосибирска.

В результате того, что меженные сбросы в нижний бьеф в 1,5-2 раза превышают предусмотренные проектом, уровень воды в водохранилище ко времени весеннего наполнения понижается более чем на 1 м ниже горизонта "мертвого объема", а дефицит водных ресурсов достигает $1,0\text{ км}^3$, увеличиваясь в экстремально маловодные периоды зимней межени до $1,5\text{км}^3$.

В настоящее время основные проблемы рационального использования водных ресурсов Верхней Оби и Новосибирского водохранилища связаны:

- с недостаточностью зарегулирования стока Верхней Оби;
- увеличением повторяемости маловодных лет и проявлением маловодных циклов;
- уменьшением коэффициентов водообмена (особенно весеннего сезона с 3,11 до 3,03 и в целом за год с 6,62 до 6,43;

- сокращением продолжительности стабилизации уровня воды в Новосибирском водохранилище на отметке НПУ;
- неоднократным снижением уровня воды в водохранилище ниже УМО;
- «посадкой» уровней воды в р. Оби ниже плотины Новосибирской ГЭС;
- режимами пропуска половодья и дождевых паводков в нижнем бьефе ГЭС;
- недостаточным обеспечением комплексного использования водных ресурсов в маловодные периоды.

Особенности изменения гидрологического режима водохранилища в многолетнем аспекте влияют на формирование водных экосистем, процессы эвтрофирования водоема, его биопродуктивность, гидрохимический режим и качество воды в отдельные годы и сезоны.

В последнее время для речных систем Сибири характерно увеличение объемов сброса загрязненных вод и уменьшение нормативно очищенных. Это вызывает неуклонное ухудшение гидрохимических характеристик вод в реках и водохранилищах. Для многих водохранилищ на реках Обь, Иртыш и Енисей прослеживается позитивная тенденция в формировании качества воды по их протяжению от верховьев к плотинам, улучшение водно-ресурсной и водно-экологической ситуации в нижних бьефах (Бухтарминское, Новосибирское, Саяно-Шушенское, Красноярское). Однако, изменения в гидрохимическом стоке рек после прохождения через водохранилища неоднозначны, особенно в отдельные гидрологические сезоны года. Специфика загрязнения собственных водосборов водохранилищ в отдельных случаях снижает эффективность процессов самоочищения вод, а также определяет приоритетные загрязняющие вещества, в том числе, токсичные вещества, обуславливает ухудшение качества вод поверхностных водных объектов, используемых в качестве источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения. При этом помимо стационарных источников загрязнения, высокую степень негативного воздействия на водные объекты оказывают рассредоточенный (диффузный) сток с

сельскохозяйственных и селитебных территорий, площадей занятых отвалами и отходами промышленного производства, выпадения загрязняющих веществ в водные объекты и на территории водосборов из атмосферы, в том числе с осадками, а также трансграничные загрязнения. Все эти аспекты фундаментальной проблемы водных ресурсов, в той или иной степени, свойственны водным ресурсам Новосибирского водохранилища. Это относится и к участку р. Оби ниже плотины ГЭС, где осуществлено и продолжается массовое строительство.

Наличие на реках водохранилищ обуславливает снижение содержания в воде взвешенных веществ, повышение ее прозрачности, уменьшение концентраций органических соединений и тяжелых металлов. Благодаря наличию обширных акваторий значительно улучшается аэрация вод, повышается интенсивность процессов самоочищения, особенно в летне-осенний период. Водные ресурсы водохранилищ снижают мутность, цветность, запах, окисляемость и загрязненность воды, что упрощает ее очистку и снижает расход коагулянтов и хлора при приведении вод к стандарту; выравниваются сезонные колебания качества речной воды, благодаря чему водозаборные станции работают равномерно в течение года.

Примером формирования качества воды в крупной природно-техногенной системе могут служить многолетние изменения гидролого-гидрохимического режима Новосибирского водохранилища и его нижнего бьефа.[1, 3-6].

Основное поступление химических веществ в Новосибирское водохранилище происходит за счет стока р.Обь, в приходной статье баланса являющимся преобладающим (93-95%). Многолетними наблюдениями установлено, что гидрохимический режим Новосибирского водохранилища в значительной степени зависит от гидрологических характеристик и в большей степени от водности сезонов и даже отдельных месяцев, чем от водности года в целом. Анализ фактических данных показывает увеличение повторяемости маловодных периодов, снижение водности весеннего

половодья, увеличение водности осеннего периода за счет дождевых паводков и в то же время – общее понижение водности р.Оби в ее верхнем течении. Водно-ресурсная ситуация на водохранилище и нижнем бьефе существенно влияет на процессы формирования качества его вод.

Как показали многолетние исследования химического состава воды Новосибирского водохранилища, существенный вклад в формирование гидрохимического режима вносят нефтепродукты, фенолы, нитриты, аммонийные соединения, легкоокисляемые органические вещества (определяемые по величинам БПК₅). Нами исследована пространственная и временная динамика содержания этих химических веществ в воде по всей акватории водохранилища и в основные гидрологические фазы в многолетнем аспекте [3, 4]. Такой подход позволяет охарактеризовать внутригодовую изменчивость гидрохимических показателей в зависимости от гидрологического режима сезонов, а непрерывный ряд сопоставимых данных за годы наблюдений дает возможность оценить тенденции в изменении гидрохимического режима за много лет для равнинного водохранилища с малой регулирующей ёмкостью.

В целом, динамика изученных показателей гидрохимического стока р.Оби на участке Новосибирского водохранилища характеризуется как относительно устойчивая в пространственном (по акватории) и во временном (в течение последних десятилетий) аспектах. В отдельные гидрологические сезоны воды в водохранилище загрязняется нефтепродуктами, фенолами, а также нитритами и соединениями, содержащими ионы аммония [1]. Проведенный анализ изменения качества воды Новосибирского водохранилища в разные по водности годы показал, что, независимо от водности года, химический состав воды водохранилища определяется сезонными факторами [4]. Сезонные изменения концентраций химических веществ весьма существенны для формирования химического состава воды водохранилища, особенно в многоводные периоды. Влияние этого фактора, по-видимому, становится менее значительным в периоды маловодья, когда в

различных частях водохранилища на формирование химического состава воды возрастает влияние происходящих внутриводоемных процессов, а также локального поступления химических веществ с территорий водосбора Новосибирского водохранилища. Вывод о наличии сезонной динамики гидрохимического режима подтверждается исследованиями на других водохранилищах [4].

Пространственная изменчивость концентраций некоторых химических показателей качества воды в водохранилище в различные гидрологические сезоны довольно часто не выходит за рамки среднеквадратичной ошибки. Однако в отдельных случаях весьма существенны: пространственные изменения концентраций химических ингредиентов вдоль продольной оси водохранилища наиболее часто наблюдаются в гидрологические сезоны с более низкими коэффициентами водообмена: зимой (среднегодовой коэффициент водообмена, $k=1,04$), летом ($k=1,3$), осенью ($k=1,08$) [3]. В целом водохранилище оказывает позитивное влияние на качество воды. В основном происходит снижение загрязнения воды при её движении от входного створа к плотине и лишь для отдельных ингредиентов наблюдается некоторая динамика повышения, обусловленная как внутриводоемными процессами, так и антропогенной деятельностью на акватории и в прибрежной полосе. Так, увеличение концентраций нефтепродуктов в летний период, по-видимому, связано с использованием водохранилища для судоходства и маломерного флота, широко применяемого в рекреационных целях; уменьшение концентрации фенолов в летний период при движении от входного створа к плотине можно объяснить, с одной стороны, процессами самоочищения, особенно интенсивно протекающими в водохранилище при повышении температуры воды, а с другой, – по-видимому, неравномерным по длине водохранилища количеством продуктов биохимического распада фитопланктона. Изменения величин БПК₅ связаны как с поступлением органических веществ со стоком р. Обь, так и с внутриводоемными процессами в самом водохранилище. Распределение концентраций главных

ионов: кальция и гидрокарбонат-ионов определяется минерализацией воды водохранилища.

Появление новых участников водохозяйственного комплекса заметно увеличило антропогенные нагрузки на водную экосистему водохранилища и прибрежных территорий. При этом интересы отдельных участников оказываются весьма противоречивы, причем возникшие противоречия обострены серией маловодных лет, еще больше усугубляющиеся увеличением забора воды на сельскохозяйственные нужды. Очевидно, что путь к разрешению этого конфликта при одновременном сохранении и/или улучшении качества природной среды лежит через баланс интересов природы и общества, через поиск социально и экологически приемлемого компромисса между ними.

Заключение. На Новосибирском водохранилище многоцелевого назначения, ставшем уникальным полигоном для выполнения комплексных исследований водных экосистем, изучены многолетние изменения гидролого-гидрохимического режима. В целом, динамика изученных показателей гидрохимического стока р. Оби на участке Новосибирского водохранилища характеризуется как относительно устойчивая в пространственном (по акватории) и временном (в течение последних десятилетий) аспектах.

В первом десятилетии XXI века явно проявился дефицит водных ресурсов Верхней Оби и на Новосибирском водохранилище в маловодные периоды. В дальнейшем необходимо также выявить степени риска для сложившихся экосистем и водного хозяйства. В связи с напряженным водохозяйственным балансом Новосибирского водохранилища неоднократно возникали ситуации, когда при недостаточном притоке воды в осенне-зимнюю межень, «полезный» объем водохранилища срабатывался с превышением, в результате чего уровень воды опускался ниже критической отметки мертвого объема (2000, 2012 гг). Учитывая вероятность повторения экстремальных ситуации по приточности, при обеспеченности по стоку

Верхней Оби более 65%, полезной емкости водохранилища, возможно, будет недостаточно для удовлетворения комплексных потребностей в воде. Поэтому необходимо выявить степени риска для сложившихся экосистем и водного хозяйства верхнего бьефа и нижнего бьефов. В дальнейшем для обеспечения устойчивого хозяйственно-питьевого водоснабжения полуторамиллионного г. Новосибирска и области, актуальной необходимостью является разработка научно-обоснованной стратегии оптимального использования водных ресурсов Верхней Оби, соответствующего информационного и программного обеспечения.

Литература

1. Васильев О.Ф., Савкин В.М., Двуреченская С.Я., Попов П.А. Водохозяйственные и экологические проблемы Новосибирского водохранилища // Водные ресурсы. – 1997. – № 24. – С.581-589.
2. Винокуров Ю.И., Зиновьев А.Т., Ловцкая О.В., Савкин В.М. Региональные проблемы устойчивого водопользования на юге Западной Сибири. Сб. научных трудов Всероссийской конференции «Стратегические проблемы водопользования России». – Азов. – М.: Изд-во НОК, 2008. – С. 323-333.
3. Двуреченская С.Я. Исследование изменчивости гидрохимического режима по акватории Новосибирского водохранилища // География и природные ресурсы. – 2007. – №4. – С.74-79.
4. Двуреченская С.Я. О влиянии сезонного фактора на формирование качества воды Новосибирского водохранилища в условиях изменения природно-техногенной ситуации // Сибирский экологический журнал. – 2006. – в. 2. – С.803-808.
5. Ермолаева Н.И., Двуреченская С.Я., Аношин Г.Н. Исследование распределения тяжелых металлов в экосистеме Новосибирского водохранилища // Геохимия. – 2000. – № 5. – С. 559-576.
6. Савкин В.М., Двуреченская С.Я. Ресурсные и водно-экологические проблемы комплексного использования Новосибирского водохранилища // Водные ресурсы. – 2014. – Т. 41. – №4. – С.456-465.
7. Сударева М.В., Гуляева Н.В. Природные особенности бассейна Верхней Оби. Географическая наука, туризм и образование: современные проблемы и перспективы развития. Материалы V Всероссийской научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2016. – С. 61-69.

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ В РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА Р. СЕЛЕНГИ

Ульзетуева И.Д.¹, Гомбоев Б.О.^{1,2}, Жамьянов Д.Ц.-Д.¹

¹ Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

² Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия

e-mail: idulz@mail.ru

Аннотация. В статье представлена интегральная оценка экологического состояния бассейна р. Селенга на российской части. Данная оценка была сделана на основе анализа факторов прямого и косвенного воздействия на водные объекты.

Ключевые слова: бассейн р. Селенги, интегральная оценка, антропогенная нагрузка

INTEGRATED ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC EFFECTS ON SURFACE WATER IN THE RUSSIAN PART OF THE SELENGA BASIN

Ulzetueva I.D.¹, Gomboev B.O.^{1,2}, Zhamyanov D.Ts.-D.¹

¹ Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia

² Buriat State University, Ulan-Ude, Russia

e-mail: idulz@mail.ru

Abstract. Integrated estimation of the ecological condition of the Selenga river basin is discussed in the article. The estimation was carried out using the analysis of factors of direct and indirect impact on water objects.

Keywords: Selenga river basin, integrated assessment, anthropogenic impact

Основным притоком озера Байкал является трансграничная река Селенга, бассейн которой, находится в пределах двух государств – России и Монголии. Общая площадь бассейна составляет 447 тыс. км², или 82 % площади водосборного бассейна озера Байкал. На Монголию приходится 299 тыс. км² или 67 % площади бассейна Селенги, а на Россию почти 148 тыс. км² или 33 % общей площади. Однако, больше половины общего годового стока реки (15,4 км³ из 30 км³) формируется в российской части бассейна.

В бассейне реки Селенги как на российской, так и на монгольской части развито промышленное, сельскохозяйственное, коммунально-бытовое и рекреационное виды водопользования и здесь сосредоточена основная масса населения по отношению к другим частям Республики Бурятия и Монголии вне бассейна. Основными водопотребителями в бассейне р. Селенга являются предприятия энергетики, горнодобывающие и промышленные организации и предприятия жилищно-коммунального хозяйства.

Для определения степени антропогенного влияния на водосборную территорию бассейна реки Селенги была проведена интегральная оценка его

экологического состояния, которая базируется на оценке измененности бассейновой системы под воздействием двух групп показателей [2, 4]:

1. *Прямого (непосредственного) воздействия* – объёмы водозабора для использования воды на хозяйственно-питьевые, производственные, сельскохозяйственные и другие нужды с созданием оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, сброса сточных вод.

Анализ параметров прямых воздействий выполнен на основе информации об использовании водных объектов отраслями хозяйства.

Интенсивность нагрузки определена исходя из объемов забора и сброса вод:

- высокая – > 100 млн. м³/год
- средняя – 11-100 млн. м³/год
- низкая – 1-10 млн. м³/год
- очень низкая – < 1 млн. м³/год
- незначительная или отсутствует – 0 м³/год.

Важной характеристикой экологического состояния водных объектов является качество воды. Оценка качества воды водных объектов, являющихся источниками централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, выполняется в рамках системы социально-гигиенического мониторинга, осуществляемого территориальными управлениями Роспотребнадзора.

2. *Косвенного (опосредованного) воздействия* – показатели площадного и линейно-сетевого воздействия на водосборную площадь: численность и плотность населения, структура сельскохозяйственных угодий, объёмы промышленного и сельскохозяйственного производства в стоимостном и натуральном выражении, объёмы используемых в сельском хозяйстве ядохимикатов и количество применяемой агротехники, протяженность судоходных путей, сроки навигации, объем грузоперевозок и другие.

Косвенное воздействие на водные объекты бассейна оценивается по следующим показателям:

– плотность населения территории (чел/км²), характеризующая демографическую нагрузку на водосборную площадь;

– плотность промышленного производства (объем производимой в регионе промышленной продукции в тыс. руб., приходящийся на 1 км²) опосредованно определяет нагрузку от промышленного производства на водосборную площадь;

– распаханность территории (отношение площади пашни к общей площади территории бассейна р. Селенга, в %), свидетельствует об интенсивности использования территории для земледелия;

– животноводческая нагрузка (количество условных голов КРС на 1 км²) определяет интенсивность использования территории бассейна р. Селенга для развития животноводства.

Распаханность территории и животноводческая нагрузка в совокупности определяют сельскохозяйственную нагрузку на территорию бассейна.

Используемые показатели группировались по видам антропогенных воздействий – демографических, промышленных и сельскохозяйственных. Сельскохозяйственная нагрузка получена как среднеарифметическое значение балльных оценок интенсивности земледельческой (распаханность) и животноводческой нагрузок. Совокупная антропогенная нагрузка определялась как среднеарифметическое значение баллов демографической, промышленной и сельскохозяйственной нагрузок. Для каждого из показателей принята восьмибалльная условная шкала интенсивности [2]

Анализ факторов прямого (непосредственного) воздействия на водные объекты, по данным 2-ТП Водхоз в виде забора природных вод и сброса сточных вод показал, что относительно высокую антропогенную нагрузку испытывают водные объекты наиболее экономически развитых участков, расположенных вдоль р. Селенга и оз. Гусиное.

Водные объекты участка р. Чикой, включающий Забайкальский край и Республику Бурятия испытывают очень низкую антропогенную нагрузку, в отличие от водных объектов других участков бассейна р. Селенги, испытывающие среднюю и низкую антропогенную нагрузку.

Антропогенная нагрузка сточными водами на водные объекты бассейна р. Селенга оценивается как «очень слабая», что объясняется несоизмеримостью объема водного стока и объема сбрасываемых сточных вод. Все участки бассейна отнесены к I категории по степени нагрузки сточными водами (таблица 2).

На базе поверхностных водных объектов бассейна осуществляется хозяйственно-питьевое водоснабжение для 70 % населения Монголии и Республики Бурятия. Кроме этого, все водные объекты в той или иной мере используются в рекреационных целях. Ежегодно отбирались 600-700 проб воды и проводились анализы по микробиологическим, химическим и радиоактивным показателям [3].

Результаты радиологического наблюдения показали благоприятную обстановку на протяжении всего ряда лет наблюдений. Неблагополучная ситуация в бассейне р. Селенги отмечена с качеством питьевой воды.

Анализ параметров косвенных воздействий. Демографическая нагрузка в бассейне р. Селенга, в границах субъектов Российской Федерации распределена неравномерно. Расселение носит отчетливо выраженный ленточный характер; населенные пункты концентрируются в долинах р. Селенга и ее притоков Уда, Хилок, Чикой, Джида, а также вдоль Транссибирской железнодорожной магистрали и южной железнодорожной ветки на Монголию.

В пределах Бурятии сосредоточена преобладающая часть населения бассейна (почти 9/10). Средняя плотность населения в бассейне составляет 6 чел./км². Наиболее густо заселена центральная часть бассейна. К востоку и западу плотность населения уменьшается. Наименьшая плотность населения (1-1,5 чел./км²) наблюдается в северо-восточных районах Бурятии, а также

районах Забайкальского края со сравнительно менее благоприятными условиями и низкой транспортной доступностью.

Демографическая нагрузка на территории бассейна является пониженной, кроме участков, расположенных вдоль р. Селенга, испытывающих среднюю демографическую нагрузку.

Промышленная нагрузка. В бассейне р. Селенга плотность промышленного производства в Республике Бурятия – 221,3 тыс. руб./км², соответственно, «пониженная». Интенсивность нагрузки – 4 балла.

Сельскохозяйственная нагрузка. Структуру сельскохозяйственного землепользования в бассейне р. Селенга формируют два основных вида деятельности – животноводство и растениеводство.

Территория бассейна р. Селенга, в целом отличается невысокой сельскохозяйственной нагрузкой. «Средняя» земледельческая нагрузка наблюдается на участках, включающих водосборную площадь рек Хилок и Джида. На остальной территории бассейна земледельческая нагрузка «пониженная». Животноводческая нагрузка в бассейне р. Селенга изменяется от «пониженной» до «низкой».

Интегральная антропогенная нагрузка на территорию бассейна р. Селенга. Среди участков бассейна только р. Селенга испытывает «среднюю» антропогенную нагрузку. На территории большинства остальных участков антропогенная нагрузка характеризуется как «пониженная» и «низкая» (табл.3).

Результаты анализа факторов прямого воздействия на водные объекты в виде забора природных вод и сброса сточных вод показали, что высокую антропогенную нагрузку испытывают водные объекты наиболее экономически развитых участков бассейна, расположенных вдоль р. Селенга и оз. Гусиное.

Анализ параметров косвенных воздействий показал, что интенсивность промышленной нагрузки характеризуется как «пониженная». Сельскохозяйственная нагрузка по бассейну невысокая и изменяется от

«средней» земледельческой нагрузки в водосборной площади притоков - рек Хилок и Джида до «пониженной» на остальной территории бассейна. Животноводческая нагрузка в бассейне р. Селенга изменяется от «пониженной» до «низкой». Демографическая нагрузка в бассейне р. Селенга распределена неравномерно: Среднюю и повышенную демографическую нагрузку испытывают участки, расположенные на р. Селенга.

Таким образом, интегральная антропогенная нагрузка на водные объекты рассматриваемых участков характеризуется как «пониженная» и «низкая», участок р. Селенга испытывает «среднюю» антропогенную нагрузку.

Таблица 1. – Интенсивность антропогенной нагрузки на водные объекты в результате забора природных вод и сброса сточных вод*

№ п/п	Водный объект	Забор природных вод		Сброс сточных вод	
		объем водозабора, млн. м ³	интенсивность	Объем Водоотведения, Млн. М ³	интенсивность
1.	р. Джида	2,72	низкая	1,68	низкая
2.	р. Чикой	3,92	низкая	0,61	очень низкая
3.	р. Хилок	24,15	средняя	9,78	средняя
4.	р. Уда	25,63	средняя	3,81	низкая
5.	р. Селенга до Улан-Удэ	448,24	высокая	405,55	высокая
6.	р. Селенга от г. Улан-Удэ до устья	6,13	низкая	3,62	низкая

*Составлено на основе данных [1]

Таблица 2 – Параметры антропогенной нагрузки общим объемом сточных вод на водохозяйственные участки бассейна р. Селенга*

№	Водный объект	Среднеголетний объем стока, W млн. м ³ /год	Сброс сточных вод, q, млн. м ³ /год	Коэффициент нагрузки, q/W	Характеристика нагрузки
1.	р. Джида	2419	1,68	0,0007	очень слабая
2.	р. Чикой	8452	0,61	0,0001	очень слабая
3.	р. Хилок	3106	9,78	0,0031	очень слабая
4.	р. Уда	2154	3,81	0,0018	очень слабая
5.	р. Селенга без рр. Джида, Чикой, Хилок, оз. Гусиное	27531	38,25	0,0014	очень слабая
6.	р. Селенга от г. Улан-Удэ до устья	29991	3,62	0,0001	очень слабая

*Составлено на основе данных [1]

Таблица 3. – Интегральная антропогенная нагрузка на водосборную площадь р. Селенга

Участок	Интенсивность нагрузки, баллы				
	Демографическая	Промышленная	Земледельческая	животноводческая	Антропогенная
р. Джида	4	4	5	4	3
р. Чикой	4	4	4	3	2
р. Хилок	4	4	5	4	5
р. Уда	4	4	4	4	3
р. Селенга до г. Улан-Удэ	5	4	4	4	6
р. Селенга от г. Улан-Удэ до устья	5	4	4	4	3
Среднее	4,3	4,0	3,7	4,1	4,7

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ №15-45-04291.

Литература

1. Информационный бюллетень о состоянии поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Республики Бурятия за 2010 год. – Управление водных ресурсов оз. Байкал – Байкалводресурсы Федерального агентства водных ресурсов. – Улан-Удэ, 2011.
2. Исаченко А.Г. Экологическая география России. – СПб: Издательский дом СПбГУ, 2001. – 328 с.
3. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Республике Бурятия в 2010 году: Государственный доклад – Управление Роспотребнадзора по Республике Бурятия, ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Бурятия», 2011. – 241 с.
4. Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В. Оценка антропогенной нагрузки на водосборную территорию Верхней и Средней Оби // Мир науки, культуры, образования. – 2010. – № 6. – Ч. 2. – С. 295-299.
5. Статистический сборник № 06-02-08 / Бурятстат. – Улан-Удэ, 2011. – 52 с.

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ОПАСНЫХ ТЕХНОПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ГОРОДОВ В УСЛОВИЯХ ВНУТРИКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ МЕЖГОРНЫХ КОТЛОВИН

Щербатюк А.П.

Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

e-mail: andrey.shcherbatyuk.63@mail.ru

Аннотация. Рассмотрен разработанный автором вариант системы управления рисками опасных техноприродных процессов в городах расположенных в условиях внутриконтинентальных межгорных котловин. Установлено, что стратегия управления качеством окружающей среды городов базируется на системе управления рисками техноприродных процессов в городах с развитой транспортной инфраструктурой. Автором, на модельном регионе (Забайкальский край, г. Чита), предложена система управления рисками техноприродных процессов.

Ключевые слова: города, атмосферный воздух, внутриконтинентальные межгорные котловины, транспортная инфраструктура, техноприродные процессы, управление рисками, экологическая безопасность

RISK MANAGEMENT OF DANGEROUS TECHNO-PRIORITY PROCESSES OF CITIES IN CONDITIONS OF INTRACONTINENTAL INTERGOVERN KOTLOVIN

Shcherbatyuk A.P.

Transbaikal state university, Chita, Russia

e-mail: andrey.shcherbatyuk.63@mail.ru

Abstract. In article the option of a control system of risks developed by the author dangerous the tekhnoprirodnikh of processes in the cities located in the conditions of midland intermountain hollows is considered. It is established that the strategy of quality management of the environment of the cities is based on a control system of risks the tekhnoprirodnikh of processes in the cities with the developed transport infrastructure. The author, on the model region (Zabaykalsky Krai, Chita), has offered a control system of risks the tekhnoprirodnikh of processes.

Keywords: cities, atmospheric air, intercontinental intermountain hollows, transport infrastructure, technonatural processes, risk management, environmental safety

Стратегия управления качеством окружающей среды городов базируется на системе управления рисками техноприродных процессов в городах с развитой транспортной инфраструктурой (далее Система), основанной на определении интегрального показателя качества воздушной среды при негативных социально-экономических последствиях антропогенных воздействий, включающей комплекс мер технического, технологического и организационного направлений.

Разработанная автором система управления рисками техноприродных процессов в городах с развитой транспортной инфраструктурой состоит из пяти крупных комплексов (рис. 5), каждый из которых в свою очередь также представлен в виде отдельных блоков.

ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» по данным наблюдений в 252 городах на 697 станциях, сформирован список городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха

(Приоритетный список), который в 2015 г. включал 30 городов с общим числом жителей в них 18,7 млн. человек.

Росстат опубликовал данные за 2015 по загрязнению атмосферного воздуха в разных городах. По итогам 2015 года самым загрязненным городом России стала Чита – столица Забайкалья. Автомобили и энергетические предприятия Читы за год выбрасывают в воздух 65.4 тысяч тонн токсичных выбросов, примерно в равных пропорциях. В регионе зафиксировано превышение допустимой концентрации бенз(а)пирена в 34 раза, а загрязнение взвешенными веществами превысило норму в 21 раз.

Для комплексных геосферных исследований в качестве природного модельного объекта (неблагоприятной территории Российской Федерации) в данной работе принят Забайкальский край и его центр – г. Чита. Площадь Забайкальского края, как составной части Восточно-Сибирского региона, равна 431,5 тыс. км², в том числе столицы Забайкалья – 534 км², что соответствует 11 месту в Российской Федерации [4].

Определены факторы антропогенных воздействий, влияющие на качество воздушной среды г. Чита, и оказывающие негативные социально-экономические последствия. Современный г. Чита располагается в долинах рек Читы и Ингоды и амфитеатром поднимается по отрогам хребта Черского. С юго-запада над городом господствует двугорбая безлесная Титовская сопка, на запад и северо-запад от города расстилается равнинная степная местность, представляющая собой днище Читинско-Ингодинской котловины.

Огромное влияние на формирование климата Читы оказывают часто почти полностью замкнутые большие и малые межгорные котловины (рис. 1). Особенно резко проявляется воздействие котловин в период антициклонов: зимой холодный малоподвижный воздух заполняет котловины, поэтому в нижних точках холоднее, чем в горах (инверсия температуры воздуха). Вследствие этого в Чите преобладают сильно – и жесткоморозные погоды без ветра с суточными температурами -22,50...-42,4°С. Средняя годовая температура воздуха на территории города – отрицательная: -0,7...-3,3°С [5].

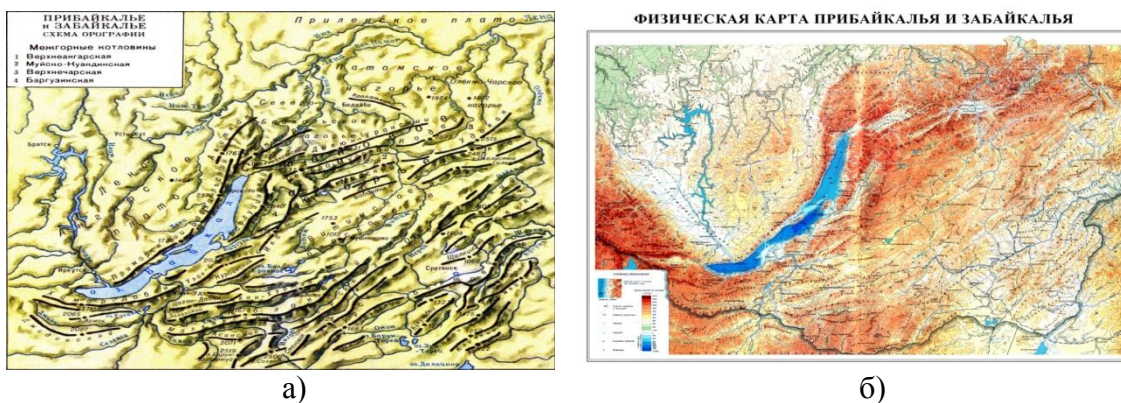


Рис. 1 – Орографическая схема, Прибайкалья и Забайкалья (а) и физическая карта Прибайкалья и Забайкалья (б)

Зима продолжительная, сухая, очень холодная, малоснежная, с большим количеством солнечных дней, начало которой приходится на первую половину октября. Вероятность пасмурного неба в январе не превышает 25 %. Средняя январская температура $-24...-26^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум -64°C . Весна наступает поздно – в конце апреля и сопровождается сильными ветрами. Лето короткое, но теплое: сухое в начале и дождливое во второй половине. Начинается лето в первых числах июня, а заканчивается в третьей декаде августа (переход среднесуточной температуры через $+10^{\circ}\text{C}$), продолжаясь немногим меньше трех месяцев. Осень короткая и сухая. Безморозный период значительно короче, чем в районах европейской части России, лежащих на той же широте. Продолжительность зимнего периода составляет 183 дня [5] (рис. 2).

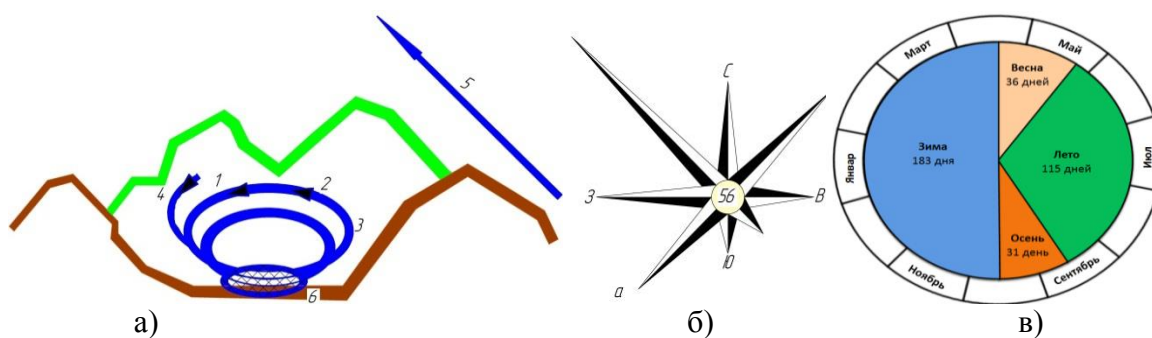


Рис. 2 – Город Чита а) схема Читино-Ингодинской котловины с постами наблюдения и примерным направлением движения воздушных масс (1,2,3,4 – посты наблюдения, 5 – основное направление ветра по розе ветров, 6 – основание Читино-Ингодинской котловины); б) роза ветров (1 мм на векторе – 1 % повторяемости; 56 – количество дней со штилем); в) продолжительность сезонов года

Формирование резко континентального климата на данной территории обусловлено тесным взаимодействием климатообразующих факторов: солнечной радиации, атмосферной циркуляцией, влагооборотом, характером

подстилающей поверхности, а также положением территории в умеренном поясе и значительной удаленностью от океанов; близостью пространств Центральной Азии; преобладанием горного, расчлененного рельефа; развитием высокого давления зимой; влиянием западных воздушных масс и муссонов Тихого океана; положением полярного фронта летом [4].

Проанализировав среднегодовые данные, установлено, что именно во время длительного холодного периода (ноябрь-март) происходят процессы, характеризующие приостановку движения воздушных масс и максимальное накопление токсичных и вредных веществ внутри Читино-Ингодинской котловины.

Над городом часто формируются дымовые «шапки» (смог). Способность атмосферы к рассеиванию выбросов автотранспорта, промышленных и коммунальных предприятий на территории Забайкальского края меньше на 25...55 %, при прочих равных условиях, чем в других регионах России [7].

Господствующий в зимнее время антициклон обуславливает штилевую со слабыми ветрами погоду. Она усугубляется преобладанием горно-котловинного рельефа, усиливающего эффект застоя и загрязнения воздушных масс ещё примерно на 50...75 %, особенно в осенне-зимние месяцы, когда выбросы в атмосферный воздух максимальны. (рис. 3, масштаб 1:40000; значения интенсивности движения автотранспорта – 50 авт./час). [8]

В пределах Читино-Ингодинской котловины проявляются высотная и приземная атмосферная циркуляции. Высотная представлена западным переносом воздуха на высоте 3...5 км от земной поверхности. В отдельные дни этот тип циркуляции может сменяться меридиональным или восточным. Рельеф местности в районе Читы разнообразен, в том числе значительная орфографическая изрезанность территории с перепадами высот в черте города более 100 м. Наиболее низкая центральная и южная части города расположены у берегов рек Чита и Ингода. От р. Чита по обе стороны местность постепенно повышается, достигая в северо-восточной и юго-западных частях города абсолютных отметок 730...760 м и более над уровнем моря [5].

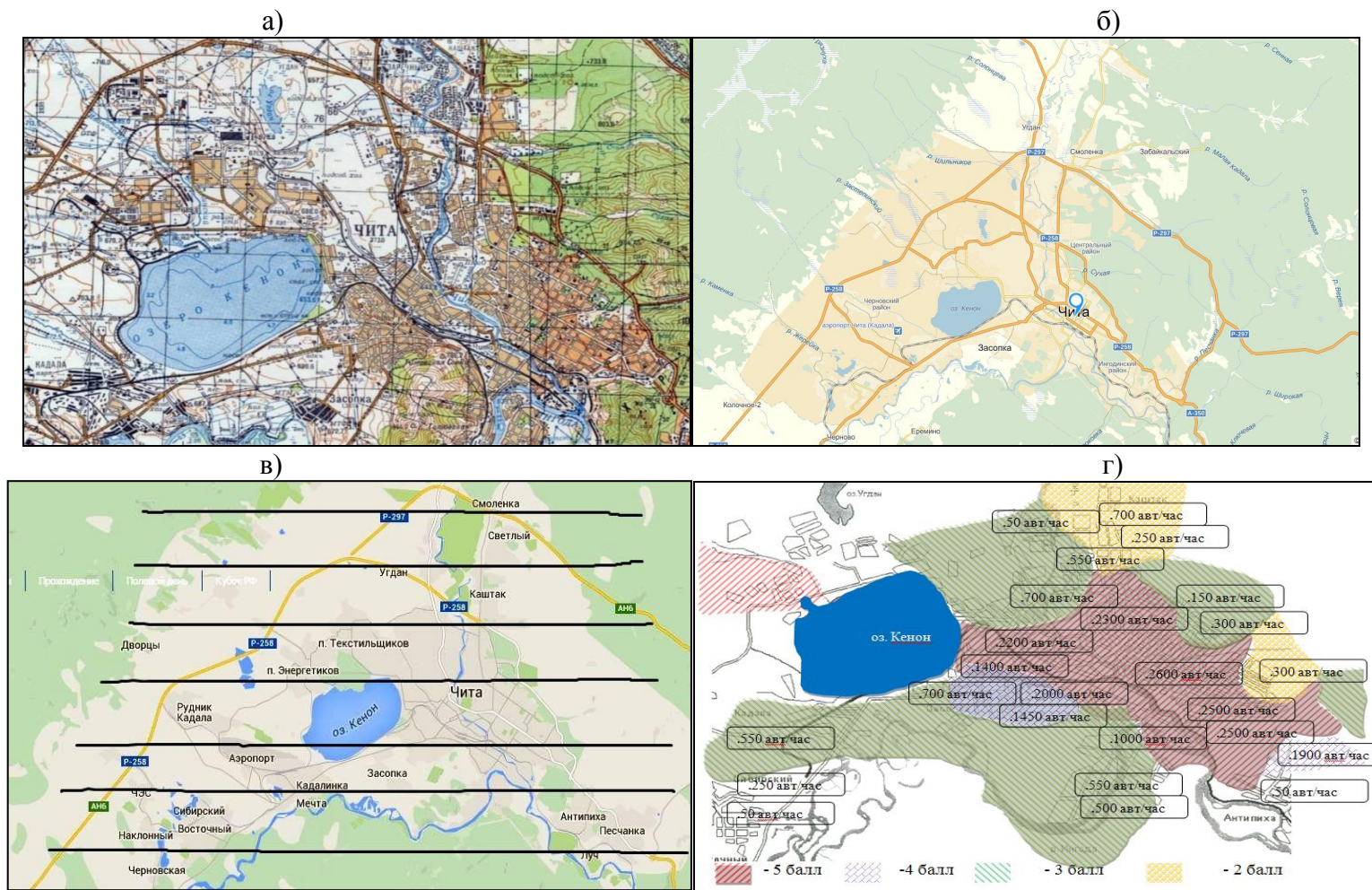


Рис. 3 – Город Чита: а) геологическая карта; б) транспортные зоны; в) топографическая карта с высотными отметками (см. рисунок 9); г) экологическое зонирование по загрязненности атмосферного воздуха

Динамика роста автотранспортных средств по видам в г. Чита с 2006 по 2016 гг. и прогноз до 2025 г. представлены на рис. 4.

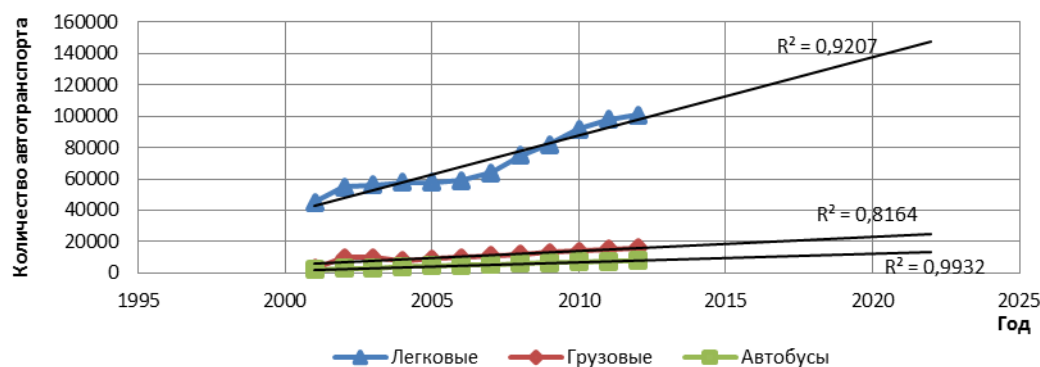


Рис. 4 – Динамика роста и прогноз количества автотранспортных средств в г. Чита

Количество горожан в г. Чита в 2016 г. по данным Росстата составило 339 453 чел., поэтому можно констатировать, что на десять жителей города приходится четыре транспортных средства. Статистические данные показывают, что количество автотранспорта в г. Чите интенсивно увеличивается и к 2025 г. вырастет еще на 20-25 % по сравнению с настоящим временем и превысит 140 тыс. автомобилей

Исследованиями установлено, что качество атмосферного воздуха центральной, юго-восточной и северо-западной частей территории города, считается наиболее низким и оценивается как «критическое». В экологически неблагоприятных районах г. Чита выше не только уровень общей заболеваемости и продолжительности, но и значительно больше количество онкологических больных. Более подвержены различного рода заболеваниям дети. Динамика смертности населения по основным классам болезней показывает увеличение смертности от заболеваний органов дыхания, болезней органов пищеварения и сердечно-сосудистой системы на 70,8 %, а от злокачественных новообразований – на 7,7 % [7, 8].

В условиях растущего антропогенного воздействия на природу встал не только вопрос борьбы за здоровье человека и сохранение природной географической среды, а уже более сложный вопрос о стратегии этой борьбы.

Автором разработана стратегия управления качеством атмосферного воздуха города Приоритетного списка, характеризующегося сложными

условиями (географическими: ярко выраженная высотная поясность, высокая степень ландшафтной гетерогенности, высотная и приземная атмосферная циркуляция воздуха внутри котловины; климатическими: резко континентальный климат, температурные инверсии воздуха; антропогенными: развитая автотранспортная система), которые способствуют весьма неблагоприятным факторам для рассеивания вредных и опасных примесей, особенно в холодный период года (рис. 5).

Центральное место в этой Стратегии занимает система управления рисками техноприродных процессов (далее Система), состоящая из пяти крупных комплексов (рис. 5). В свою очередь, каждый комплекс Системы состоит из отдельных блоков, которые будут рассмотрены далее.

Система представляет собой схему циклического процесса, которая начинается с формирования Стратегии в области повышения качества воздушной среды на улично-дорожной сети городов, на основе реализации принципов экологической безопасности населённых пунктов.

Стратегия управления качеством атмосферного воздуха включает в себя стратегическую экологическую оценку воздушной среды города и выбор стратегического решения оптимизационной задачи с целью определения эффективной инженерной защиты от техноприродных опасностей и затрат на охрану окружающей среды.

Выработка управленческих решений и формирование программы развития транспортной системы города определяется ранжированием эффективности программных мероприятий в соответствии с показателями экомониторинга антропогенных изменений качества атмосферного воздуха города и экоаудита его состава [1–3, 6, 9, 10].

При моделировании процесса переноса веществ в атмосфере рассматривались три основных аспекта: источники загрязнения, их качественные и количественные характеристики; процесс снижения загрязнения с учетом различных вариантов инженерной защиты; база сравнения воздействия автотранспортных средств (АТС) на городскую среду (уровня заболеваемости населения с вероятными рисками).



Рис. 5. – Система управления рисками техноприродных процессов в городах с развитой транспортной инфраструктурой, в условиях внутриконтинентальных межгорных котловин

Выводы. Таким образом, реализация принципов экологической безопасности населённых пунктов на основе стратегической экологической оценки воздушной среды города и выбора стратегического решения по обеспечению экологической безопасности, направленных на разработку эффективной системы управления рисками техноприродных процессов в городах с развитой транспортной инфраструктурой, горно-котловинным расположением и неблагоприятными климатическими условиями и длительным холодным периодом, имеет вид «петли качества». Реализация всех мероприятий Системы в конечном итоге приводит к снижению уровня загрязнения атмосферы и затрат на охрану окружающей среды, планомерному уменьшению заболеваемости населения.

Литература

1. Ворожнин В.С. Методика повышения экологической безопасности автотранспорта на улично-дорожной сети крупного города (на примере защиты воздушной среды участников дорожного движения): Автореф. дис. ... – М., 2014. – С. 8-11.
2. Ворожнин В.С. Изучение автотранспортного воздействия на участников дорожного движения // Изв. Самарского научного центра РАН. – 2011. – Т. 13(39). – №1(8). – С. 1848-1852.
3. Ворожнин В.С., Маркелов Ю.И. Изучение влияния загрязнения воздушной среды крупного города на участников дорожного движения // Эколого-географические проблемы природопользования нефтегазовых регионов – теория, методы, практика: Докл. IV Междунар. научно-практ. конф. (Нижевартовск, 26-30 октября 2010 г.). – Нижевартовск: Нижеварт. гос. гуманитар. ун-т, 2010. – С. 221-224.
4. Гениатулин Р.Ф. Энциклопедия Забайкалья: Читинская область. Т. 1. – Новосибирск: Наука, 2000. – 302 с.
5. Кулаков В.С. Географическое положение, территория границы // Энциклопедия Забайкалья. Читинская область. В 4-х т. – Новосибирск: Наука, 2002. – Т. 1. – С. 13-14.
6. Якимов М.Р. Научная методология формирования эффективной транспортной системы крупного города: Автореф. дис. ... – М., 2012. – С. 9-25.
7. Щербатюк А.П. Снижение загрязнения атмосферного воздуха городов автомобильным транспортом в условиях сложного ландшафта и длительного холодного периода: аспекты методологии // Вестник ЗабГУ. – 2016. – № 3 – С. 26-33.
8. Щербатюк А.П. Зависимости развития опасных техноприродных процессов в условиях сложного ландшафта: оценка опасности и риска // Вестник ЗабГУ. – 2016. – № 4 – С. 24-31.
9. Potoglou D., Kanaroglou P.S. Carbon monoxide emissions from passenger vehicles: predictive mapping with an application to Hamilton, Canada // Transportation Research. Part D. – 2005. – Vol. 10. – P. 97-109.
10. Ashmore M.R., Dimitroulopoulou C. Personal exposure of children to air pollution // Atmospheric Environment. – 2009. – Vol. 43. – P. 128-141.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Адам А.А.....	257	Лебедева Н.Н.....	84
Аллаяров Д.А.....	84	Леженин А.А.....	88
Андреева И.В.....	3	Лукерин А.Ю.....	34, 229
Антюфеева Т.В.....	220	Лысанова Г.И.....	209
Архипов И.А.....	132	Макаренко Е.Л.....	209
Аюнова О.Д.....	68	Малолетко А.А.....	50
Балыкин Д.Н.....	16	Михайлов А.В.....	34
Безматерных Д.М.....	41	Орлова И.В.....	239
Белоненко Г.В.....	22	Падалко Ю.А.....	249
Белых О.И.....	112	Платонова С.Г.....	257
Беляев С. Д.....	141	Постнова И.С.....	153
Бутина Т.В.....	112	Потапов С.А.....	112
Бучельников М.А.....	26	Пузанов А.В.....	16
Быковская И.Н.....	197	Рапута В.Ф.....	88, 98, 125
Вдовина О.Н.....	41	Робертус Ю.В.....	132
Ведухина В.Г.....	153	Рождественская Т.А.....	16
Веснина Л.В.....	34, 162	Романенко Г.А.....	34
Власова Н.В.....	60	Савкин В.М.....	266
Воистинова Е.С.....	50	Сидорина Н.Г.....	185
Воробьева И.Б.....	60	Скрипко В.В.....	257
Гагаринова О.В.....	170	Сороковикова Е.Г.....	112
Гомбоев Б.О.....	278	Сороковой А.А.....	209
Двуреченская С.Я.....	266	Спицына Т.П.....	108
Демин А.П.....	176	Стрельникова Т.О.....	257
Джабарова Н.К.....	185	Тасейко О.В.....	108
Ершов Ю.И.....	115	Теряева И.Ю.....	162
Жамьянов Д.Ц.-Д.....	278	Тихонова И.В.....	112
Жерелина И.В.....	197	Тусупбеков Ж.А.....	22
Ивачева М.А.....	112	Ульзетуева И.Д.....	278
Ипполитова Н.А.....	209	Фефилов Н.Н.....	84
Кальная О.И.....	68	Циликина С.В.....	3
Кац В.Е.....	185	Цуканов А.А.....	115
Кольцов И.В.....	76	Шапченкова О.А.....	115
Корытный Л.М.....	209	Щербатюк А.П.....	285
Костогруд С.М.....	153	Юрченко С.Г.....	119
Коханенко А.А.....	185	Яковенко Э.С.....	185
Крапотина П.В.....	84	Ямских Г.Ю.....	76
Краснопеев А.Ю.....	112	Янчук М.С.....	60
Крылатова А.Е.....	220	Ярославцева Т.В.....	88, 98, 125

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ	3
<i>Андреева И.В., Цилика С.В.</i> Водоресурсный потенциал для целей рекреационного водопользования: введение в понятие и пространственную оценку	3
<i>Балыкин Д.Н., Пузанов А.В., Рождественская Т.А.</i> Химический состав почвенных растворов черноземов южных Кулундинской степи (Алтайский край).....	16
<i>Белоненко Г.В., Тусупбеков Ж.А.</i> Зависимость суммарной радиации от прозрачности атмосферы на территории Западной Сибири.....	22
<i>Бучельников М.А.</i> Методы оценки влияния путевых работ на речные экосистемы.....	26
<i>Веснина Л.В., Романенко Г.А., Лукерин А.Ю., Михайлов А.В.</i> Оценка мониторинга сырьевых исследований в водных объектах Алтайского края и Республики Алтай	34
<i>Вдовина О.Н., Безматерных Д.М.</i> Состав и структура макрозообентоса озер различных природных зон и подзон Западной Сибири.....	41
<i>Воистинова Е.С., Малолетко А.А.</i> Антропогенные изменения показателей химического состава вод заболоченных территорий в районах нефтедобычи	50
<i>Воробьёва И.Б., Власова Н.В., Янчук М.С.</i> Оценка экологического состояния природно-антропогенных комплексов Прибайкалья по данным геохимического мониторинга	50
<i>Кальная О.И., Аюнова О.Д.</i> Природные экологические риски на территории Тувы	68
<i>Кольцов И.В., Ямских Г.Ю.</i> Организация мониторинга состояния воды и донных отложений в Красноярском водохранилище	76
<i>Крапотина П.В., Лебедева Н.Н., Аллаяров Д.А., Фефилов Н.Н.</i> свободные и связанные формы металлов в водах малых озер Северного Приобья	84
<i>Леженин А.А., Рапуга В.Ф., Ярославцева Т.В.</i> Экспериментальные исследования и численный анализ выпадений примеси в окрестностях промышленного предприятия.....	88
<i>Рапуга В.Ф., Ярославцева Т.В.</i> Модели и методы наземного и спутникового мониторинга загрязнения снежного покрова в окрестностях промышленных предприятий.....	98

<i>Спицына Т.П., Тасейко О.В.</i> Определение критериев фонового содержания металлов в малых реках Красноярского региона	108
<i>Тихонова И.В., Ивачева М.А., Краснопеов А.Ю., Потанов С.А., Сороковикова Е.Г., Бутина Т.В., Белых О.И.</i> Оценка продуктивности биопленок озера Байкал с помощью показателей хлорофилла	112
<i>Шапченкова О.А., Ершов Ю.И., Цуканов А.А.</i> Тяжелые металлы и сера в почвах техногенных ландшафтов севера Средней Сибири	115
<i>Юрченко С.Г.</i> Кислотность и минеральный состав атмосферных осадков г. Владивостока	119
<i>Ярославцева Т.В., Рапута В.Ф.</i> Оценивание длительного загрязнения атмосферного воздуха промышленного города по спутниковым наблюдениям состояния снежного покрова	125
СЕКЦИЯ 4. РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	132
<i>Архипов И.А., Робертус Ю.В.</i> Оценка антропогенного воздействия на окружающую среду ряда районов Республики Алтай	132
<i>Беляев С.Д.</i> Учет пространственной дифференциации природной среды при планировании водоохранной деятельности	141
<i>Ведухина В.Г., Постнова И.С., Костогруд С.М.</i> Некоторые особенности кадастрового учета зон с особыми условиями использования территории на примере водоохраных зон, прибрежных защитных полос, зон затопления, зон подтопления	153
<i>Веснина Л.В., Теряева И.Ю.</i> Ихтиопатологическое благополучие и экологическая безопасность водных биологических ресурсов в водоемах Алтайского края	162
<i>Гагаринова О.В.</i> Водные объекты центральной экологической зоны Байкальской природной территории в условиях антропогенных воздействий	170
<i>Демин А.П.</i> Рациональное использование питьевой воды в регионах Сибири	176
<i>Джабарова Н.К., Кац В.Е., Коханенко А.А., Сидорина Н.Г., Яковенко Э.С.</i> Рациональное освоение природных ресурсов прибрежных зон Телецкого озера Алтая для курортно-рекреационной деятельности	185
<i>Жерелина И.В., Быковская И.Н.</i> Опыт извлечения из Саяно-Шушенского водохранилища древесного хлама и его захоронения	197
<i>Корытный Л.М., Ипполитова Н.А., Лысанова Г.И., Макаренко Е.Л., Сороковой А.А.</i> Тенденции использования природных ресурсов Сибири в начале XXI века	209

<i>Крылатова А.Е., Антюфеева Т.В.</i> Государственный надзор в системе управления недропользованием в Алтайском крае	220
<i>Лукерин А.Ю.</i> Влияние неконтролируемого промысла на состояние запасов водных биологических ресурсов в водоемах Алтайского края.....	229
<i>Орлова И.В.</i> Оценка пригодности территории для орошаемого земледелия с учетом геоэкологических ограничений	239
<i>Падалко Ю.А.</i> Социально-экономическая уязвимость населения и хозяйства от наводнений в бассейне р. Урал на территории Оренбургской области.....	249
<i>Платонова С.Г., Скрипко В.В., Стрельникова Т.О., Адам А.А.</i> Методические подходы к сохранению биоразнообразия в зоне влияния угольных месторождений.....	257
<i>Савкин В.М., Двуреченская С.Я.</i> Формирование и использование водных ресурсов Верхней Оби (Новосибирское водохранилище) в природно-техногенных условиях	266
<i>Ульзетуева И.Д., Гомбоев Б.О., Жамьянов Д.Ц.-Д.</i> Интегральная оценка антропогенного воздействия на поверхностные воды в Российской части бассейна р. Селенги.....	278
<i>Щербатюк А.П.</i> Управление рисками опасных техноприродных процессов городов в условиях внутриконтинентальных межгорных котловин	285
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ	294

Научное издание

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

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

Подготовка оригинал-макета – Л.В. Ловцкая, Д.Н. Трошкин

Подписано в печать 01.08.2017. Формат 60x84/16.
Бумага офсетная. Усл.п.л. 17,32
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 978-5-9909722-3-0

