

## Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании водохозяйственного комплекса Зеленчукской ГЭС

В.Л. Бондаренко, В.В. Гутенев, В.В. Приваленко, Е.С. Поляков

Новочеркасская государственная мелиоративная академия.

Ростовский государственный университет

А. И. Ажгиревич,

Российская академия государственной службы при Президенте РФ

В статье рассматривается методика оценки воздействия на окружающую среду комплекса гидротехнических сооружений каскада Зеленчукской ГЭС Верхней Кубани

The estimation methodic of the influence of the complex of the hydrotechnical constructions of the cascade of the Zelenchuck Hydroelectrical stations of the Upper Cuban are considered in the article.

Для специалистов, проектирующих крупные водохозяйственные объекты, особое значение имеет экологический блок проекта. На современном этапе развития человечества экологические проблемы приобретают статус первостепенных, комфортные условия для жизни человека невозможно представить на территории с отравленным воздухом, с дефицитом питьевой воды, со скудной растительностью, среди свалок мусора.

Стратегической целью экологической политики на уровне регионов и федеральных округов является сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций для устойчивого развития общества, повышения качества жизни, улучшения здоровья населения, обеспечения экологической безопасности региона. Для этого необходимо выполнение следующих условий:

- сохранение и восстановление биогеоценозов, их биологического разнообразия и способности к саморегуляции;
- организация рационального природопользования и возможности равноправного доступа к природным ресурсам ныне живущих и будущих поколений людей;
- обеспечение благоприятного состояния окружающей среды, как необходимого условия улучшения качества жизни и здоровья населения;
- увеличение хозяйственной и рекреационной ёмкости всего региона при одновременном снижении нагрузок на уязвимые экосистемы через принятие научно-обоснованных Программ по управлению природными ресурсами.

Чтобы разработать такую Программу, необходимо:

- выявить основные экологические проблемы региона;
- ранжировать проблемы по актуальности, срочности решения, финансовому обеспечению;
- разработать критерии и определить масштабы допустимой техногенной нагрузки;
- выявить территории с допустимой, критической и катастрофической нагрузкой;
- определить причины возникновения недопустимой экологической ситуации и наметить пути решения экологических проблем;
- разработать мероприятия по рациональному использованию природных ресурсов и охране уникальных природных комплексов;
- согласовать разработанную Программу рационального природопользования и охраны природной среды с аналогичными Программами соседних субъектов Российской Федерации и республик ближнего зарубежья.

Стратегия рационального природопользования и охраны природной среды основана на следующих основных принципах:

- бассейновый подход;
- минимизация вредных воздействий на окружающую природную среду;
- этапность мер по восстановлению и охране природных ресурсов;
- платность природопользования;
- привлечение общественности к решению проблем природопользования.

Бассейновая геосистема крупной реки представляет собой единое и достаточно обособленное природное образование, на базе которого

го исторически сформировались социально-экономические системы республик, краёв, областей. От особенностей формирования и взаимодействия социально-экономического и природного блоков зависит экологическая обстановка и степень антропогенного преобразования всего водосбора. Глубокая взаимозависимость компонентов всей системы речного бассейна позволяет рассматривать его как единый элементарный объект управления. Бассейновый принцип предполагает такую систему управления природными ресурсами, при которой оценка воздействия тех или иных факторов, планирование и осуществление мероприятий природопользования и охраны окружающей среды в пределах республики, области, федерального округа производились бы с учётом состояния и последствий для всего бассейна реки.

Воздействия, которые приводят к ухудшению качества природной среды, должны быть исключены или минимизированы в той степени, в какой это позволяют сделать современные прогрессивные технологии и инвестиционная политика.

Нормативно-правовой механизм является законодательной основой достижения устойчивого природопользования, позволяющей органам управления любого уровня осуществлять свои функции. основополагающие принципы природопользования закреплены в федеральных законодательных актах. Для управления природными ресурсами необходимо приведение в соответствие с природоохранными федеральными законами областных или республиканских нормативно-правовых актов, касающихся регулирования отношений владения, пользования и распоряжения природными ресурсами, их охраны, а также регламентирующих бюджетную сферу, налоги и сбор различных платежей за природопользование.

Привлечение общественности к решению проблем природопользования – этот важный принцип подразумевает гласность проектирования и строительства новых объектов, которые связаны с использованием природных ресурсов, и учёт общественного мнения при решении вопросов природопользования и охраны окружающей среды.

Концептуальные положения экологической стратегии были применены при проведении оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) строящейся Зеленчукской ГЭС в бассейне реки Кубани. Рассмотрим методологию и методику проведения ОВОС на этом водохозяйственном объекте, разработанную ФГОУ ВПО «Новочеркасская государственная

мелиоративная академия» и НПП «Экологическая лаборатория».

Пространственные пределы, в которых формируются водные ресурсы [5], включают в себя приземные слои воздушной среды (высотой до 10 км), земную поверхность водосборной территории с имеющейся гидрографической сетью и верхние слои литосферы (глубиной до 300 м), включая подземные воды. Объёмные границы этих пространственных пределов в предлагаемой модели определяются цилиндром, образующая которого проходит по водораздельной линии водосборной территории, верхняя кромка (крыша) расположена на высоте 10 км, а нижняя кромка (основание) – на глубине от дневной поверхности до 300 м.

Современный уровень развития хозяйственной деятельности по использованию водных ресурсов нуждается не столько в более эффективных способах ликвидации негативных последствий, сколько в более совершенной методологии оценки воздействия на окружающую среду при проектировании того или иного водохозяйственного объекта. Для обеспечения экологической безопасности региона необходимы экологически приемлемые субъективные решения, и важнейшим механизмом в оценке экологичности принимаемых решений является ОВОС.

Оцениваемая природно-техническая система (ПТС) «природная среда – водохозяйственный объект – население» рассматривается как целостная, динамичная, открытая, устойчиво-неравновесная система, в которой непрерывно протекают процессы самоорганизации между природными и техногенными структурными образованиями. Основным условием устойчивого функционирования конкретной ПТС является то, что каждая ПТС находится в окружении бассейновой системы более высокого иерархического уровня.

В рассматриваемой методике ОВОС отражение объективной реальности обуславливается естественным (фоновым) состоянием структурных образований в пространственных пределах рассматриваемой бассейновой геосистемы и ожидаемых (виртуальных) изменений в этих структурных образованиях под воздействием водохозяйственного объекта. Если естественные природные процессы доминируют над техногенными преобразованиями, то ПТС будет сохранять тенденцию к устойчивому развитию. В случае доминирования техногенных процессов над природными, проявляется тенденция увеличения антропогенной нагрузки на природные структурные образования ПТС и, прежде всего,

на гидрографическую сеть, почвенный покров и растительность, верхние слои литосферы в активных зонах влияния водохозяйственного объекта (пойма реки, зоны активной фильтрации и подтопления и др.) в пределах бассейновой геосистемы.

В соответствии с принципами системности и целостности мерой самоорганизации структурных образований в ПТС по использованию водных ресурсов, исходя из энергетического принципа функционирования и развития открытых устойчиво-неравновесных систем, может являться балансовое соотношение свободной ( $E_{свб}$ ) и связанной ( $E_{свз}$ ) энергии по отношению к полной энергии ( $E_{пол}$ ):

$$E_{пол} = E_{свб} + E_{свз} [L^5 T^{-4}] \quad (1)$$

Протекающие непрерывные преобразования в рассматриваемых ПТС, обуславливающие самоорганизацию структурных образований, происходят под воздействием внутренних и внешних потоков энергии и вещества, от которых зависит состояние (равновесное, неравновесное) системы.

Состояние природной системы или ПТС обуславливается диссипативными или антидиссипативными процессами, принципиальное различие между которыми определяется направленностью движения. Доминирование диссипативных процессов в ПТС обуславливает тенденцию роста связанной энергии ( $E_{свз}$ ), или энтропии, и, соответственно, разупорядочению структурных образований. Доминирование антидиссипативных процессов обуславливает тенденцию роста свободной энергии ( $E_{свб}$ ), поступающей в систему, активизацию процессов по упорядочению и усложнению структурных образований и, соответственно, целенаправленное функциональное развитие рассматриваемой ПТС.

Исходя из закона сохранения мощности (Ланграж, 1789; Максвелл, 1855) диссипативные и антидиссипативные процессы преобразований в ПТС можно выразить уравнением (2) через измеримую величину мощности (N):

$$N = P + G [L^5 T^{-5}], \quad (2)$$

где N – полная мощность системы,  
P – полезная мощность,  
G – потери мощности.

Целостность ПТС сохраняется до тех пор, пока в ней будут происходить виртуальные преобразования, которые возможны при непрерывном росте свободной энергии ( $E_{свб}$ ) и тенденции убывания мощности потерь (G). Необходимым условием протекания процессов самоорганизации в ПТС является создание условий соответствия векторов – вектора самоорганизации естественной среды; вектора самоорганизации структурных техногенных образова-

ний; вектора потребностей и наличия ресурсов для функционирования в экологически приемлемых режимах техногенных объектов.

Для водохозяйственных объектов в ПТС по использованию водных ресурсов самоорганизация в обобщённом виде может рассматриваться как поэтапное адаптирование в окружающей природной среде без нарушения естественных структурных связей в системе.

Строительство Зеленчукской ГЭС ведётся в районе, расположенном рядом с горными курортами Теберды, Домбая, Архыза, которые играют в экономике республики немаловажную роль. Кроме того, на территории строительства имеется немало заказников и памятников природы, что вызывало тревогу у научной общественности по поводу возможной экологической опасности строительства и способности сохранить уникальность охраняемых памятников. По этому поводу высказываются опасения, что строительство усугубит и без того сложную экологическую ситуацию в поймах рек Малый Зеленчук, Большой Зеленчук и Кубань. Для прогнозирования экологической ситуации на территории строящегося объекта и в зоне его возможного влияния было необходимо выполнить комплекс инженерно-экологических исследований не только на территориях, соседствующих с гидротехническими сооружениями, но и в ландшафтах пространственно удаленных, но косвенно связанных со строительством Зеленчукской ГЭС.

Требования к ОВОС в Российской Федерации регламентируются Законом РФ «О государственной экспертизе» и «Положением об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации» (2000). Разработчиком обосновывающей документации должны быть рассмотрены не только цели реализации проекта и разумные альтернативы намечаемой деятельности, но и современное состояние окружающей среды на данной территории, возможные негативные экологические последствия реализации проекта, мероприятия по рациональному расходованию природных ресурсов, сохранению биологического разнообразия и уникальных пойменных ландшафтов («Инструкция по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности» № 539 от 29.12.1995).

ОВОС необходимо иллюстрировать факторными картами по компонентам природной среды – геологической, гидрогеологической, почвенной, картой ландшафтов, особо охраняемых территорий, картой-схемой существующих источников загрязнения; картами экологического состояния окружающей среды. Процесс проведения ОВОС и реализации рекомендаций,

представленных в пояснительной записке, должны подтвердить, что рассматриваемые варианты проекта являются экологически целесообразными и устойчивыми, и возможные экологические последствия определены на ранней стадии создания проекта и приняты во внимание в итоговой структуре проекта.

Цель работ – всесторонняя оценка природных условий и современного состояния окружающей среды в районе строительства комплекса гидротехнических сооружений (ГТС) Зеленчукской ГЭС для прогноза негативных изменений природной среды под воздействием техногенных факторов при строительстве и дальнейшем функционировании ГТС для обоснования мероприятий по оздоровлению экологической ситуации в Карачаево-Черкесской Республике.

В соответствии с этим при подготовке к проведению работ был определён комплекс методических подходов и набор стандартных методик, применяемых при оценке экологической обстановки на урбанизированной территории. Методологическая и методическая основа таких исследований разработана учёными Московского государственного университета (Касимов Н.С. и др. «Экогеохимия городских ландшафтов», 1995), ИМГРЭ («Геохимия окружающей среды», 1990), дополнена и опробована при создании «Эколого-геохимических атласов» крупнейших городов юга и средней полосы России (Приваленко В.В., Безуглова О.С. «Экология города Ростова-на-Дону», 2003 и др.). Набор методик при изучении

экологической ситуации был в известной мере традиционен – эколого-геохимические исследования атмосферы, поверхностных вод, верхней части педосферы и грунтовых вод, биологические и гидробиологические исследования. Такой подход позволяет не только оценить экологическую обстановку, но и за счёт унификации методик сопоставлять результаты исследований в разных городах или в разных районах города.

Комплекс гидротехнических сооружений Зеленчукской ГЭС предназначен для внутрибассейнового перераспределения стока в пределах бассейновой геосистемы Верхней Кубани, рек Большой и Малый Зеленчук для выработки электрической энергии на каскаде Зеленчукских ГЭС (рис. 1, 2).

Главной целью строительства каскада Зеленчукской ГЭС является использование водных ресурсов Верхней Кубани для выработки электрической энергии для Карачаево-Черкессии, у которой нет других источников электрической энергии (мощных ГРЭС и АЭС). Каскад Зеленчукских ГЭС позволит увеличить годовую выработку электроэнергии до 800 млн. кВтч, а в сочетании с каскадом Кубанских ГЭС до 900 млн. кВтч.

Расчеты специалистов показали, что воды только одной реки Кубани недостаточно для эффективной работы каскада гидроэлектростанций. Использование водных ресурсов Верхней Кубани для выработки электрической энергии на Зеленчукской ГЭС и на каскаде Красногорских

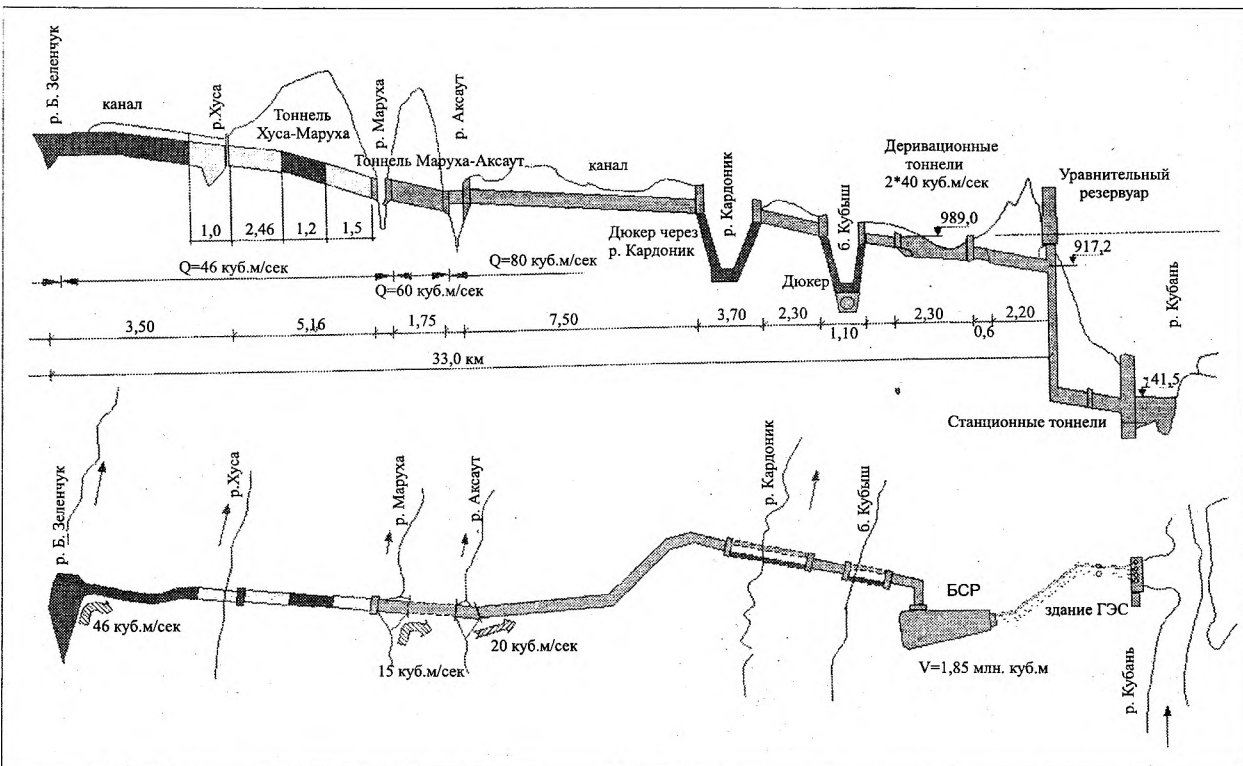


Рис. 1. Комплекс гидротехнических сооружений каскада Зеленчукской ГЭС

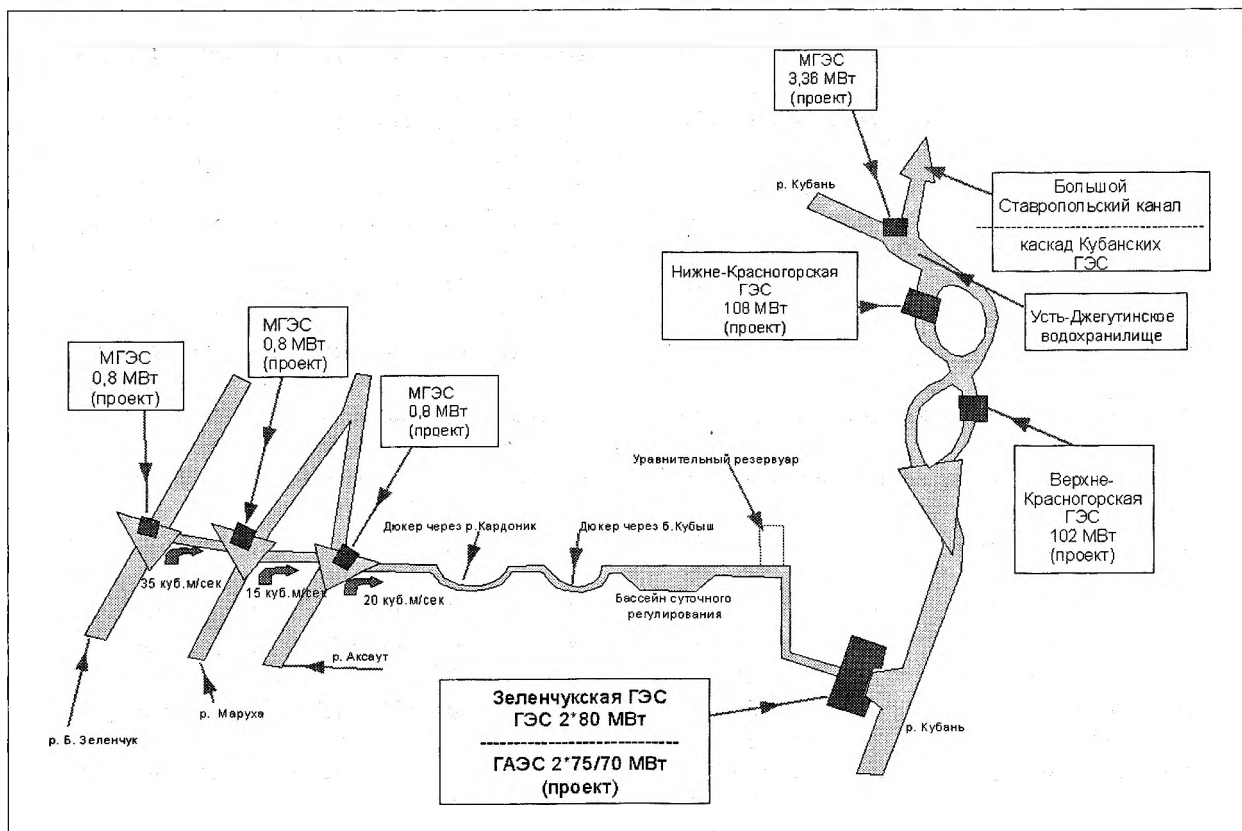


Рис. 2. Схема каскада Зеленчукской ГЭС

ГЭС с оптимальной эффективностью может быть достигнуто только путем внутрибассейнового перераспределения стока рек Большой и Малый Зеленчук. Такое перераспределение стока притоков Кубани возможно при создании перебросного деривационного канала «Зеленчуки – Кубань», который объединяет в себе комплекс гидротехнических сооружений, обеспечивающий отбор воды из рек Б. Зеленчук, Маруха, Аксаут и транспортировку речной воды до гидроагрегатов Зеленчукской ГЭС.

В составе проекта предусматривается строительство рыбоходов на реках Б. Зеленчук, Аксаут и Маруха, что позволит сохранить пути миграции форели и других ценных пород рыб. Параллельно решается вопрос обеспечения питьевой водой ряда населённых пунктов, расположенных ниже сооружений перебросного канала.

Чтобы создать экологически приемлемый проект Зеленчукской ГЭС, нужно было решить следующие задачи:

1. Разработать технический проект строительства гидросооружений.
2. Рассмотреть несколько альтернативных вариантов строительства Зеленчукской и Красногорских ГЭС, водозаборов и водоподводящих каналов.

3. Обосновать расчётные схемы водозаборов на реках Аксаут, Маруха и Большой Зеленчук.

4. Выполнить оценку воздействия проектируемых сооружений на окружающую природную среду и на условия жизни местного населения (разработать ОВОС для проекта строительства Зеленчукских ГЭС).

Технический проект строительства комплекса гидротехнических сооружений Зеленчукских ГЭС был разработан московским институтом «Мособлгидропроект». Раздел «Оценка воздействия на окружающую среду» (ОВОС) выполнен ФГОУ «Новочеркасская государственная мелиоративная академия» и Научно-производственным предприятием «Экологическая лаборатория».

Обоснование допустимого отбора стока в канал Зеленчуки – Кубань было выполнено в составе корректировки технического проекта первой очереди строительства Зеленчукских ГЭС (генеральный проектировщик – ОКБ «Гидропроект»). В проектных материалах рассматривались несколько возможных вариантов отбора стока рек Малый и Большой Зеленчук для нужд гидроэнергетики. Согласно одному из рассмотренных вариантов предполагалось отбирать в канал до 44% среднегогодового стока рек, во втором варианте – до 66% среднегогодового

стока. Третий вариант – отбор 50% объёма паводочно-паводкового стока, что соответствует отбору примерно 43% годового стока Большой и Малого Зеленчуков, был принят как основной в проекте строительства Зеленчукской ГЭС.

Для обоснования возможности увеличения водозабора с переброской вод в канал Зеленчуки – Кубань были проанализированы особенности формирования гидрохимического и гидробиологического режимов исследуемых рек, а также дана оценка экологического состояния рек в условиях расчётного отбора речных вод.

Анализ особенностей формирования гидрохимического и гидробиологического режимов исследуемых рек был проведён по ретроспективным (1989–2005 гг.), современным и прогнозным данным Управления природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР РФ по Карачаево-Черкесской Республике, Комитета по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по КЧР, республиканского управления «Роспотребнадзора», института гидробиологии АН Украины и Всесоюзного научно-исследовательского института по охране вод (ВНИИВО). Оценка экологического состояния рек выполнена по данным природоохранных организаций о качестве речной воды за последние годы (1999–2005 гг.) и результатам специальных гидрохимических, гидробиологических и литохимических исследований на реках Кубань, Аксаут, Маруха, Большой и Малый Зеленчук, проведённых в 2006 году Научно-производственным предприятием «Экологическая лаборатория» (г. Ростов-на-Дону) по заданию ОАО «Зеленчукские ГЭС».

Для определения возможности отбора речной воды с переброской в канал 50% и более от объёма паводкового стока рек выполнена серия прогнозных расчётов качества речной воды. Исходная информация для прогнозных расчётов была взята по материалам технического проекта, данным комитета природных ресурсов Карачаево-Черкесской Республики, республиканского управления «Роспотребнадзора», ОАО «Зеленчукские ГЭС», ОАО «Мособлгидропроект» и др. Прогнозное моделирование проводилось для восьми расчётных схем, отличающихся величинами изымаемого и остаточного стока рек. По результатам прогнозных расчётов сформированы рекомендации относительно режима частичного отбора паводкового стока рек в канал Зеленчуки – Кубань.

### В ОВОС:

– были рассмотрены природные условия и современное состояние окружающей природной среды, виды, характер и степень воздействия строительства гидротехнического комплекса на

реки Кубань, Большой и Малый Зеленчук и на прилегающие природные ландшафты;

– выполнена оценка вероятности аварийных ситуаций и их возможные последствия;

– рекомендован состав природоохранных мероприятий, снижающих, предупреждающих и компенсирующих вредное воздействие современной антропогенной нагрузки;

– сделан прогноз изменения состояния окружающей природной среды в условиях эксплуатации водозаборных сооружений и канала Зеленчуки – Кубань.

Климатические, геоморфологические, геологические, ландшафтные и техногенные особенности обследуемой территории учитывались при выборе масштаба исследований, при расположении пунктов комплексных наблюдений, при интерпретации полученных данных.

Пункты комплексных наблюдений – ключевые участки, где изучается загрязнение атмосферы, почвы и пород зоны аэрации, ответная реакция биоты на техногенное воздействие, должны закладываться в таком количестве, чтобы иметь достаточно полную информацию о загрязнении основных компонентов окружающей среды. Основой эколого-геохимических исследований является картографирование распределения тяжёлых металлов и некоторых других ингредиентов в почве, снежном покрове, донных отложениях, растительности, т. е. в природных средах, концентрирующих (депонирующих) загрязнения. По состоянию депонирующих сред можно судить об уровне загрязнения наиболее динамичных природных сред – воздуха и воды, одновременно являющихся главными жизнеобеспечивающими средами (Саэт, 1990).

Необходимо отметить, что тяжёлые металлы, которые при современной лабораторной технике легко выявляются в объектах окружающей среды, имеют значение не только как загрязняющие вещества, но и как индикаторы других видов загрязнения среды, требующих более трудоёмких исследований. В частности, распределение металлов во многих случаях отражает структуру загрязнения окружающей среды соединениями серы, оксидами азота, синтетическими органическими соединениями.

Опыт картирования депонирующих сред показал, что во всех случаях источники загрязнения сопровождаются аномалиями в природных средах. Центры этих аномалий и, что важнее, центры наиболее интенсивных воздействий на живые организмы пространственно приурочены к источникам, создавая вокруг них ореол или поток того или иного размера. Именно в пределах этих центров наблюдаются наиболее опас-

ные уровни загрязнения воды и воздуха. Экспрессное геохимическое картирование без длительных стационарных наблюдений позволяет выявить и ранжировать источники загрязнения и зоны их воздействия и наметить территории, требующие оценки с позиций гигиенической и экологической опасности (Саэт, 1990; Приваленко, 1993, 1997, 2003; Касимов, 1996, «Методические рекомендации...», 1982, 1984, 1986).

Выявленные геохимические и биогеохимические корреляционные связи распределения химических элементов в окружающей среде являются эмпирическими статистическими моделями, позволяющими составлять карты, дифференцирующие обследуемую территорию по уровню загрязнения и дающие возможность проводить экологическую и гигиеническую оценку техногенных геохимических аномалий.

Для объективной оценки степени загрязнения природных сред необходимо иметь точку отсчета, за которую можно принять фоновое содержание химических элементов в ландшафтах, удалённых от индустриальных центров и мощных источников регионального и локального загрязнения (ГРЭС, крупные промышленные предприятия, интенсивное сельскохозяйственное воздействие, широко развитая сеть автомагистралей, высокая степень урбанизации региона). Для почв, кроме того, необходимо соответствие ландшафтно-геохимических условий изучаемой территории и фонового участка.

Условный фон для почвенного покрова природных ландшафтов определялся при проведении инженерно-экологических исследований в районе строительства ЗГЭС. Точкой отсчёта, своеобразным «репером» для дальнейших мониторинговых наблюдений в этом районе могут стать атмосферические, литогеохимические, гидрохимические и гидрогеохимические материалы, полученные во время весенне-летней экспедиции «Экологической лаборатории» 2006 года, а также данные геоэкологических исследований, проводившихся под руководством З.Х. Тамбиева в этом районе в 2005–2006 гг.

При опробовании основных компонентов окружающей среды на этапе геохимического картирования объектом исследований, в первую очередь, выступают депонирующие среды – снежный покров, почвы и донные отложения, растительность. Снежный покров обладает рядом свойств, делающих его удобным индикатором загрязнения окружающей природной среды, он может использоваться как естественный планшет-накопитель для характеристики атмосферных выпадений в холодный период. Так,

при выпадении снега, в результате процессов сухого и влажного вымывания, концентрации загрязняющих веществ в нём оказываются обычно на 2–3 порядка выше, чем в атмосферном воздухе. Отбор проб снега не требует сложного оборудования и специальной подготовки рабочего отряда.

Организация опробования имеет свою специфику на разных этапах работ. Как правило, на рекогносцировочном этапе сеть опробования равномерно покрывает всю исследуемую территорию. При отборе снеговых проб фиксируется время от начала снегостава, чтобы оценить ежесуточную нагрузку изучаемых загрязнителей. Каждая проба отбирается с 1 м<sup>2</sup> из шурфов, вскрывающих всю мощность снегового покрова (своеобразный «геохимический планшет») в полиэтиленовый кулек, в котором производится оттаивание снега (при комнатной температуре). Затем снеговая вода переливается в чисто вымытые дистиллированной водой стеклянные бутылки, при этом нельзя потерять даже доли миллиграмма пыли, осевшей на снег.

Твердая нерастворимая фракция выделяется путем фильтрования, просушивается и взвешивается. Масса пыли в снеговой пробе служит основой для определения пылевой нагрузки (**Pn**) – в мг/м<sup>2</sup> в сутки или кг/км<sup>2</sup> в сутки. Расчёт ведётся по формуле:  $Pn = M/St$ , где **M** – масса пыли в пробе (мг); **S** – площадь шурфа (м<sup>2</sup>); **t** – время от начала снегостава (сутки).

В лаборатории высушенная пыль озоляется в муфельной печи при температуре 450–500°С для удаления органических примесей и отправляется на спектральный анализ. Снеговая вода, полученная при оттаивании, после фильтрования подвергается полному химическому анализу с определением растворимых форм металлов и других химических элементов и их соединений.

При проведении литохимической съёмки на территории Карачаево-Черкесской Республики был применён метод ландшафтно-геохимического профилирования в пределах бассейна р. Кубани с её притоками в верхнем и среднем течении. На профиле, который, как правило, пересекал долину исследуемой реки, закладывалось 5 площадок комплексных наблюдений:

- верхняя часть склона правобережной надпойменной террасы (элювиальные и трансэлювиальные элементарные ландшафты);
- зона сочленения правобережного террасового склона с долиной реки (трансаккумулятивные ландшафты);
- донные отложения из русла реки (трансаккумулятивные ландшафты);

– зона сочленения левобережного террасового склона с долиной реки (трансаккумулятивные ландшафты);

– верхняя часть склона левобережной надпойменной террасы (элювиальные и трансэлювиальные элементарные ландшафты).

При литохимических исследованиях опробованию подвергается самый верхний почвенный горизонт (0,0–0,2 м), где наблюдается максимальная интенсивность геохимических процессов. Почвенные пробы отбирались на площадках комплексных наблюдений методом «конверта»: на каждой точке с площади около 10 м<sup>2</sup> исследователи брали по 5 проб почвы (четыре по углам, одну в центре) весом 200 г, тщательно перемешивали сборную пробу, квартовали её и четвертую часть сборной пробы отправляли на спектральный анализ и другие виды лабораторных исследований (рис. 3).

При гидрохимических исследованиях опробовались реки Кубань, Теберда, Аманаус, Аксаут, Маруха, Малый и Большой Зеленчук, на воды которых возможно будет оказываться негативное воздействие при строительстве гидроузлов и перебросного канала. Отобранные гидрохимические пробы – по 6 бутылок в одной пробе – консервировались по стандартным методикам и отправлялись в Региональный лабораторный центр ФГУП «Южгеология».

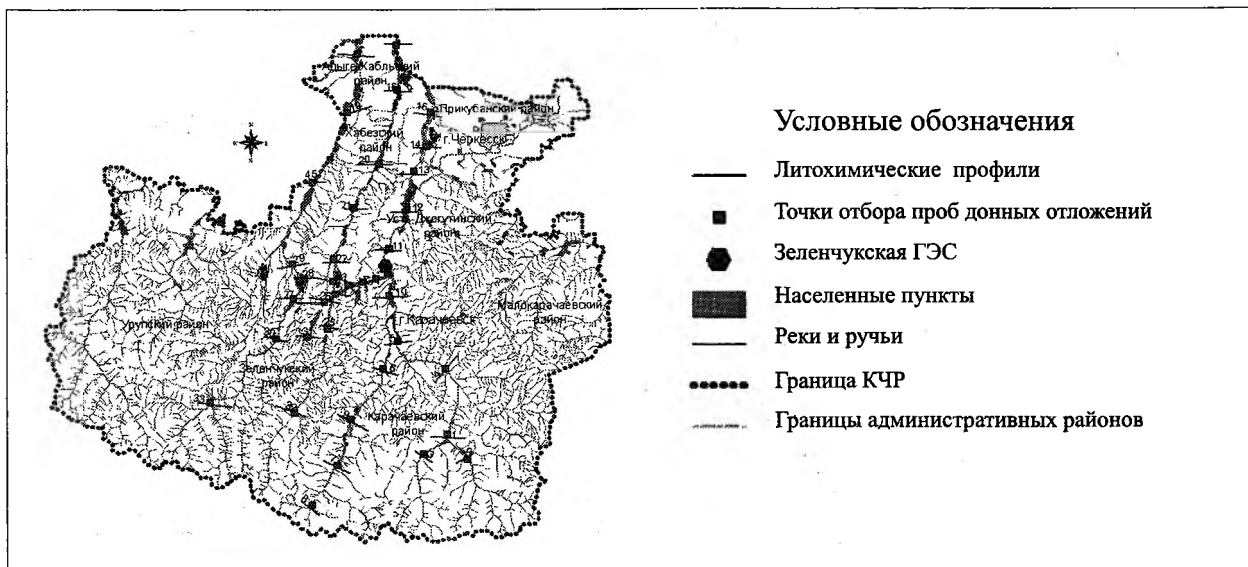
Речная вода – очень динамичный компонент окружающей природной среды, её состав сильно меняется в зависимости от времени года, при подпитке талыми и дождевыми водами, при изменении техногенной нагрузки. Донные отложения рек и водотоков в балках относятся к депонирующим средам,

здесь собирается информация о загрязнении водных потоков в течение нескольких лет. Донные отложения из русел рек были отобраны летом 2006 года по следующей методике: пластмассовым совком при наличии песчано-глинистых отложений – на каждой точке наблюдения по 5 проб (200–300 г) на профиле, вытянутом вдоль русла, примерно через 10 м. Из 5 отобранных единичных проб, после описания их морфологических свойств и механического состава, собирается сборная проба весом около 1 кг, она тщательно перемешивается и делится на две навески: 100 г – на спектральный анализ, 1000 г в водонепроницаемой кульке – на определение концентрации фенолов и нефтепродуктов.

На участках с валунно-галечниковым дном пробы донных отложений отбирались с помощью специального приспособления – черпателя, изобретенного В.В. Приваленко (патент оформляется). Гидробиологические пробы из русла реки отбирались по стандартным методикам отбора проб планктона, бентоса, макроскопических водных и прибрежно-водных организмов (рис. 4).

Геоботанические и почвенные исследования проводились по сокращённой программе биоценологических исследований на площадках комплексных наблюдений (на литохимических профилях). По результатам геоботанических и почвенных наблюдений составлены карты растительности и почвенного покрова.

Разнородный по фактуре материал геохимических проб требует постановки сложной системы предварительной обработки и лабораторных анализов. Основные требования к резуль-



**Рис. 3.** Схема литохимического опробования почвенного покрова и донных отложений на территории Карачаево-Черкесской Республики



татам аналитических исследований определяются необходимостью экспрессного получения данных по максимально широкому комплексу химических элементов – потенциальных загрязнителей окружающей среды и оценки количественных отношений между элементами с целью выявления приоритетных загрязняющих веществ. В наибольшей степени на стадии геохимического картирования этим требованиям соответствует экспрессный приближённо-количественный и количественный спектральный анализ на дифракционном спектрографе типа ДФС-13 или на «Спектроскане».

Химические и спектральные анализы отобранных геохимических проб были произведены в Региональном лабораторном центре ОАО «Южгеология». Аттестат аккредитации РЛЦ №RU.0001.511374 выдан Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии 17 февраля 2006 года.

Наибольшие сложности исследователь обычно испытывает при оценке результатов геохимических наблюдений. В поисковой геохимии общепринятым является описание геохимического материала в виде суммарных характеристик ассоциаций химических элементов (аддитивные и мультипликативные ореолы и т. д.). Для экологических исследований нормативом, как правило, являются предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ. Однако не для всех природных сред и не для всех ингредиентов загрязнения такие нормативы сегодня разработаны.

Фоновая пылевая нагрузка для континентальных территорий в зимний период со-

ставляет 10-20 кг/км<sup>2</sup> в сутки (Сает, 1990). Для Карачаево-Черкессии за фоновую величину принята нагрузка в Кавказском биосферном заповеднике, вдали от крупных промышленных предприятий и ТЭЦ, здесь она равна 7-9 кг/км<sup>2</sup> в сутки.

При интерпретации результатов атмосферических исследований использовались ориентировочные материалы по концентрации химических элементов в пылевых выпадениях из атмосферы, приведённые в «Методических рекомендациях» ИМГРЭ (1986). Помимо этих материалов нами использованы данные по содержанию микроэлементов в пылевых выпадениях на фоновом участке.

Обработка результатов, полученных из аналитической лаборатории, производилась по методике ИМГРЭ (1982, 1986, 1990). Одна из главных характеристик геохимической аномалии – её интенсивность, которая определяется степенью накопления вещества-загрязнителя по сравнению с природным фоном. Уровень аномальности в этом случае определяется коэффициентом концентрации:

$K_c = C_i / C_{ф}$ , где  $C_i$  – содержание элемента в исследуемом объекте;  $C_{ф}$  – фоновое его содержание. Тогда нагрузка, создаваемая поступлением химического элемента в окружающую среду, рассчитывается по формуле:

$P = P_n \times C_i$ , где  $P_n$  – среднесуточная пылевая нагрузка, кг/км<sup>2</sup> в сутки;  $C_i$  – концентрация элемента в пыли, мг/кг.

Все перечисленные показатели могут быть определены как для содержаний микроэлементов в отдельной пробе, так и для любой геохи-

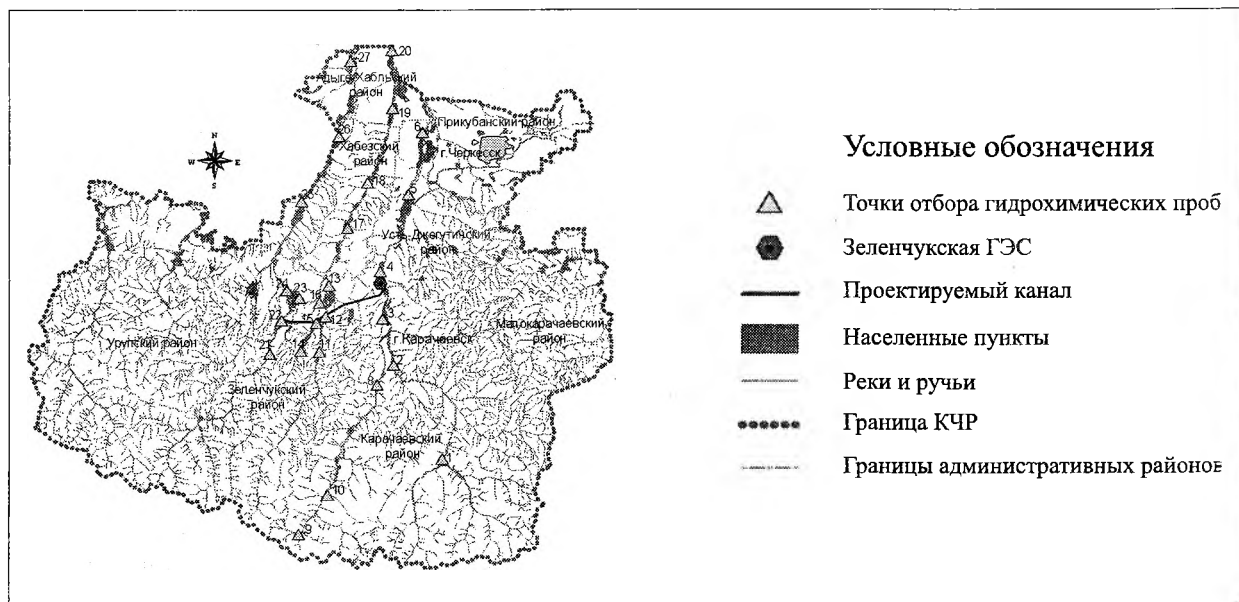


Рис. 4. Схема гидрохимического и гидробиологического опробования региона системы Верхней Кубани в 2006 году

мической выборки (для ландшафта, функциональной зоны, очага загрязнения).

Одна из важнейших задач геохимических исследований окружающей среды – установление пространственной структуры её загрязнения, дифференцирующей территорию по степени экологической опасности. Техногенные ореолы определяют общий размер и морфологию зоны воздействия отдельного источника загрязнения или группы сближенных источников. Общая структура загрязнения территории зависит от пространственного соотношения источника загрязнения и взаимного наложения контуров техногенных ореолов и потоков, сопровождающих эти источники.

Геоэкологические карты распределения загрязняющих веществ в различных компонентах ландшафтов строились с помощью геоинформационной системы ArcView 3.2 GIS и модулей Spatial Analyst 1.0 и 3D-Analyst.

Выполненные исследования показали, что при переброске 50% паводочно-паводочного стока рек Аксаут, Маруха и Б. Зеленчук в русло р. Кубани события будут развиваться по сценарию маловодного года в естественных условиях.

Наземная растительность, не испытывающая в этот период дефицита влаги из-за обилия атмосферных осадков, не будет ощущать негативного влияния уменьшения объёма паводкового стока.

Для населения сельских населённых пунктов, расположенных по берегам рек, уменьшится угроза затопления и подтопления жилищ и огородов в период высоких паводков, прекратятся катастрофические наводнения.

Запасы подземных вод аллювиальных отложений будут пополняться как в маловодный год – как показали наблюдения последних лет, такой подпитки вполне достаточно, чтобы не происходило истощение месторождений подземных пресных вод в долинах рек М. и Б. Зеленчуки.

Население посёлков, расположенных вблизи гидроузлов, получит источник отфильтрованных пресных вод, прошедших через гравийно-галечниково-супесчаную плотину Аксаутского, Марухского и Даусузского водохранилищ.

На этапе выполнения строительных работ существенных дополнительных воздействий на климат, гидрологию, наземные или водные экосистемы, здоровье населения, землепользование, промышленность и сельское хозяйство, рыбное хозяйство, энергопотребление, транспортную инфраструктуру, туризм и рекреацию, культурное наследие, качество подземных вод или донных осадков оказано не будет.

Все строительные работы окажут небольшое положительное воздействие на население,

занятость и доход, стимулируя занятость. Строительство Зеленчукских ГЭС позволит Карачаево-Черкесской Республике на 30% покрывать свои потребности в электроэнергии.

В целом заложенные в проекте технические решения соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других нормативов, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных проектом мероприятий. Они позволят минимизировать техногенную нагрузку на окружающую среду как в процессе строительства, так и при дальнейшей эксплуатации Зеленчукских ГЭС. При этом строительство ГЭС должно сопровождаться выполнением экологического мониторинга по специально разработанной программе экологических (геоботанических, почвенных, ландшафтно-геохимических и гидрогеологических) исследований с привлечением к её осуществлению ведущих ученых и опытных специалистов, работающих в области охраны окружающей среды Карачаево-Черкесской Республики.

Таким образом, при проектируемом строительстве комплекса гидротехнических сооружений Зеленчукских ГЭС намечаемое воздействие на окружающую природную среду будет допустимым, ущерб природе при строительстве – несущественным. Проектные материалы разработаны в соответствии с требованиями экологического законодательства, предусмотренная деятельность соответствует экологическим требованиям, установленным законодательством РФ в области охраны окружающей среды.

## Литература

1. Федеральный закон РФ от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
2. Федеральный закон РФ от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
3. Федеральный закон РФ от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе».
4. Положение об оценке воздействия на окружающую среду в Российской Федерации» №222 от 18.07.1994, Минприроды России.
5. Бондаренко В.Л., Дьяченко В.Б. Основы методологии оценки экологической безопасности в процессах использования водных ресурсов бассейновых геосистем // Проблемы региональной экологии. 2005. №2. С. 86-92.
6. Пригожин И, Стенгерс И, Порядок и Хаос. М.: Прогресс, 1986. 432 с.