

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ
реализации проекта Катунской ГЭС

Содержание.

1. Краткая история вопроса.
2. Ртуть в элементах природной среды Горного Алтая.
 - 2.1. Введение.
 - 2.2. Коренные породы и почвы.
 - 2.3. Подземные и поверхностные воды.
 - 2.4. Воздух.
 - 2.5. Ртуть в биологических объектах.
3. Прогноз поведения ртути в проектируемом водохранилище.
 - 3.1. Введение.
 - 3.2. Прогноз качества воды по ртути в водохранилище и его нижнем бьефе.
 - 3.3. Ртуть в пищевой цепи водохранилища.
 - 3.4. Влияние ртути через атмосферу.
4. Ожидаемый ущерб пойменным землям Верхней Оби.
5. Возможные климатические последствия реализации проекта.
6. Выводы и рекомендации.

I. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Вопрос об экономической целесообразности строительства гидроэнергетического комплекса на реке Катунь и об экологических последствиях реализации этого проекта являлся в последнее время объектом многочисленных дискуссий и зачастую довольно острого столкновения противоречивых мнений. Необходимость создания комплекса мотивируется дефицитом электроэнергии в Алтайском крае, напряженным положением в объединенной энергосистеме Сибири и в электроэнергетике страны в целом. Предполагается, что выработанная электроэнергия будет использоваться, в основном, для нужд Алтайского края.

Гидрокомплекс на р. Катунь, сооружение которого планируется к концу 90-х годов, представляет собой две электростанции общей мощностью 1900 МВт - Катунскую ГЭС и Чемальскую ГЭС. Полный объем более крупного водохранилища Катунской ГЭС составляет 5,8 куб. км, водохранилище Чемальской ГЭС существенно меньше и предназначено для выравнивания расхода воды в реке ниже плотины Катунской ГЭС (его средняя ширина - 600 м, длина - 20 км). Водохранилище Катунской ГЭС имеет площадь зеркала 87 кв. км, его длина составляет около 75 км, средняя ширина - 1,2 км, средняя глубина - 70 м. По своим параметрам это типичное горное водохранилище, расположенное в долине каньонного типа, что обеспечивает сравнительно небольшую величину площади затопляемых земель. Сопоставление некоторых характеристик гидроузла с другими известными энергетическими объектами приведено в таблице 1.

Эколого-экономическая экспертиза проекта, выполненная Сибирским отделением в 1987 году, сделала заключение, что строительство Катунской ГЭС экономически целесообразно. По мнению экспертов оно может оказать существенное положительное влияние на развитие производительных сил Алтайского края и, особенно, Горно-

Алтайской автономной области. В то же время отмечалось, что ряд экологических вопросов требует серьезной доработки. В первую очередь, это привлекая большое внимание проблема возможного накопления ртути в водохранилищах, а также проблемы ущерба пойменным землям Верхней Оби, изменения климата при создании крупного искусственного водоема с учетом влияния незамерзающей полыньи.

На основании результатов экспертизы Президиум СО АН СССР в июне 1987 года поручил ряду институтов отделения провести дополнительные исследования по важнейшим проблемам, поднятым в ходе экспертизы проекта. Для работ по изучению поведения ртути и сопутствующих элементов в бассейне р.Катунь и оценке опасности ртутного загрязнения водохранилища Катунской ГЭС был создан Временный межинститутский научный коллектив при Президиуме СО АН СССР. Одними из основных целей исследований по данной проблеме являлись: 1) изучение современного уровня загрязнения ртутью и другими токсичными элементами компонентов природной среды в зоне проектируемого гидроузла; 2) оценка изменения ситуации в бассейне р.Катунь и Верхней Оби в случае реализации обсуждаемого проекта и возможные экологические последствия этого изменения. Ниже кратко излагаются основные итоги работы большого числа организаций (главным образом, академических) по ртутной проблеме в бассейне р.Катунь. Отдельно рассматриваются вопросы климатических последствий реализации проекта и ожидаемого ущерба пойме Верхней Оби. Вся приводимая ниже информация почерпнута из научных отчетов по отдельным аспектам проблемы, каждое значение величин из приводимых ниже данных документально обосновано.

2. РТУТЬ В ЭЛЕМЕНТАХ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ГОРНОГО АЛТАЯ

2.1. Введение

Ртуть, как и другие химические элементы, повсеместно присутствует в окружающей среде, хотя и в существенно меньших концентрациях, чем, скажем кислород, железо или кремний. Ртутные месторождения довольно четко локализованы и по мере удаления от них содержание ртути в окружающей среде падает. В поверхностные воды она попадает при разрушении пород, разложении растительности и водных организмов, накапливающих ртуть. В последнее десятилетие ощутимый вклад в поступлении ртути в непосредственную среду обитания дает человеческая деятельность - так, по некоторым оценкам он сопоставим с естественным поступлением за счет эрозии горных пород. Мировая добыча ртути в настоящее время составляет около 100 тыс. тонн в год [1-2].

В силу очень низкого содержания ртути в природной среде (так предельно допустимая концентрация ртути в воде - ПДК - соответствует примерно одной молекуле ртути, находящейся в окружении 10 миллиардов молекул воды) ее надежное определение представляет собой непростую задачу. Для обеспечения уверенности в достоверности получаемых результатов в ходе работ неоднократно проводились разнообразные проверки задействованных аналитических лабораторий. Для этого использовались эталонные образцы, кроме того одни и те же образцы природных материалов (вода, почва, коренные породы, рыба, волосы человека) рассылались в различные научные учреждения нашей страны, а также за рубеж (США), после чего результаты, полученные независимым образом и разными методами, сопоставлялись. Это позволило убедиться в достаточной надежности информации относительно содержания ртути в природной среде Горного Алтая (таблица 2).

2.2. Коренные породы и почвы

Участок проектируемых водохранилищ располагается в пределах южного фланга Сарасинской ртутно-рудной зоны в районе ее сочленения с одной из ветвей Курайской ртутной зоны. Эти зоны являются важнейшими структурами крупного Кузнецко-Алтайского ртутного пояса, в пределах которого находятся известные промышленные месторождения ртути: Акташское и Чаган-Узунское - на юго-востоке (примерно на расстоянии в 150 км от района проектируемых водохранилищ) и Сарасинское - на северо-западе Горного Алтая (примерно в 70 км от водохранилищ). В зоне предполагаемого влияния водохранилищ о существовании каких-либо месторождений известно не было. Проведенное в 1988-1989 г.г. детальное геолого-геохимическое обследование (свыше 1500 образцов) показало, что ртуть в коренных породах зоны водохранилища распределена крайне неравномерно. Ее содержание изменялось от менее 0,002 мг/кг до 115,6 мг/кг, составляя в среднем по исследованной площади примерно 0,4 мг/кг [3]. Для того, чтобы лучше представить масштаб этой величины, напомним, что в породах земной коры, аналогичных главным типам пород Катунской долины, типичное фоновое значение ртути составляет 0,03-0,09 мг/кг [3]. Отметим также, что промышленный интерес представляют породы с концентрацией не менее 100 мг/кг.

Скважинное обследование 1989 г. с отбором образцов коренных пород на различных глубинах также не выявило заметных ртутных аномалий - ее максимальное содержание не превышало 0,4 мг/кг [4]. Об отсутствии в данном регионе существенного ртутного оруденения указывает и ряд других признаков. Известно, что чутким индикатором такого оруденения являются почвы. Так, на небольших ртутных месторождениях Сарасинского рудного поля, уже

упоминавшегося ранее, содержание ртути в почвах достигает первых миллиграммов - первых десятков миллиграммов на килограмм [5] (при фоновом уровне на Земле в 0,1-0,2 мг/кг). Тщательное изучение почвенного покрова зоны предполагаемого затопления (более 600 образцов) показало, что он содержит ртуть в концентрациях от 0,03 до 0,45 мг/кг [6]. Средневзвешенное значение в почвенной толще составляет 0,17 мг/кг, т.е. находится в пределах фоновых значений, типичных для почв планеты. Кроме того, по главному поисковому признаку ртутных месторождений - наличию в шлихах киновари (основной минерал ртути) - площадь бассейна среднего течения р.Катунь занимает промежуточное место между Сарасинским рудным полем и безрудными площадями (бассейн р.Бийка), что косвенно свидетельствует о соответствующей низкой рудоности коренных пород [5].

Таким образом, фактический материал опровергает бытующие утверждения о локализации проектируемого гидроузла в зоне с аномально высоким содержанием ртути, а тем более в зоне ртутных месторождений.

2.3. Подземные и поверхностные воды

К подобному же заключению приводят и результаты гидрохимических анализов подземных и поверхностных вод. Так, по данным 1988г. среднее содержание ртути в подземных водах участка проектируемого гидроузла составляло 0,1 мкг/л (растворенная форма), изменяясь в пределах 0,01-0,34 мкг/л [5]. Для сопоставления можно сказать, что в районе Акташского рудника эта величина достигала 3,94 мкг/л (в среднем - 0,92 мкг/л), а ПДК ртути в воде объектов хозяйственно-питьевого и культурного водопользования составляет 0,5 мкг/л. Содержание ртути в подземных водах (по специальным скважинам) с учетом находящейся в воде взвеси составляло в 1988 г. 2,4 мкг/л.

Отметим, что в проведении анализов на ртуть в воде использовалась стандартная, применяемая во всем мире методика: проба воды пропускается через фильтр с диаметром пор 0,45 микрон. Затем отдельно анализируется профильтрованная вода (содержащаяся в ней ртуть и считается растворенной, именно на нее существует нормативное значение ПДК) и осевшая на фильтре взвесь. В результате получают три величины: содержание ртути в растворенном виде, содержание ртути на взвешенном веществе, общее содержание ртути (сумма первых двух величин).

Проведенное в 1988 г. рекогносцировочное обследование источников питьевого водоснабжения Акташского рудника, поселков Акташ и Чемал показало, что в некоторых из них содержание ртути превышает ПДК (до 11,5 мкг/л) [5]. Для более тщательного изучения этого вопроса в 1989 г. были предприняты специальные, более объемные исследования. Их результаты существенно отличаются от результатов предыдущего года – ни в одном из источников превышений ПДК отмечено не было, характерные значения находились на уровне 0,02 мкг/л [7]. Возможно, что в какой-то степени это связано с существенным отличием водного режима засушливого 1989 г. от среднеговодного 1988 г. Прояснить ситуацию могут только многолетние режимные наблюдения.

Данные наблюдений по скважинам 1989 г. показывают, что содержание ртути в подземных водах находится в пределах 0,01–1,26 мкг/л [4]. Причем высокие значения (до 1,26 мкг/л) отмечались в одной из скважин и были связаны (по мнению гидрохимиков Читинского института природных ресурсов СО АН СССР, проводивших анализ) с сильным загрязнением скважины соляным раствором при проведении на ней опытных работ. При последующих наблюдениях содержание ртути в этой скважине находилось в пределах 0,01–0,04 мкг/л. На взвешенном веществе во всех скважинах содержалось не более 0,07 мкг/л

ртути. Результаты опробования 127 естественных выходов подземных вод (источников) в долине р.Катунь показывают, что концентрация ртути в них не превышает 0,37 мкг/л.

Поверхностные воды р.Катунь и ее притоков также тщательно исследовались в течение этих двух лет. С участием специалистов Государственного гидрологического института (г.Ленинград) были созданы специальные гидрологические створы на р.Катунь. В результате получена уникальная информация по гидрологии и гидрохимии р.Катунь в разные по водности годы (1988 г. - средневодный, 1989 г. - маловодный). Оказалось, что типичной для Катунь концентрацией ртути является значение 0,1 мкг/л, которое по мировым данным характерно для незагрязненных ртутью поверхностных вод [2,8]. Однако, в отдельные периоды времени наблюдались и более высокие концентрации - до 1,2 мкг/л в паводок 1988 г. [9]. Содержание ртути на взвешенном веществе р.Катунь в 1988 г. было оценено в 1,2 мг/кг, что с учетом транспортируемого рекой вещества (3,6 млн. тонн в средний по водности год) дает годовой сток ртути на взвеси реки в 4,3 т. С учетом растворенной ртути (еще 1,7 т при годовом объеме в 17 км³) это дает примерно 6 т ртути в год. Именно такое количество ртути транспортируется Катунью в створе проектируемой плотины в средний по водности год.

В маловодный 1989 г. содержание ртути в воде р.Катунь в обсуждаемом районе изменялось в пределах 0,02-0,28 мкг/л (в среднем - 0,09 мкг/л) и даже с учетом взвешенного вещества было в два раза ниже ПДК - 0,25 мкг/л [10]. Если принять годовой сток р.Катунь в маловодный год примерно в 10 км³ (действительное значение для 1989 г. требует уточнения), то легко подсчитать, что в 1989 г. р.Катунь перенесла примерно 2,5 т ртути, из них 0,9 т - в растворенной форме, остальные 1,6 т - на взвеси.

Содержание ртути в донных отложениях Катунь в целом соответ-

ствуется ее содержанию в почвах региона и в крупных частицах взвешенного вещества, формирующего эти отложения и находится на уровне 0,1 мг/кг [5,10] .

По мировым данным, поверхностные воды в районах с сильным антропогенным воздействием характеризуются более высоким содержанием ртути: р.Рейн - вода - 0,3 мкг/л, донные отложения - до 10 мг/кг, р.Дунай - вода - 0,9 мкг/л, донные отложения - 0,2-2,7 мг/кг [8] .

2.4. Воздух

Исследования по определению содержания ртути в атмосферном воздухе Горного Алтая были проведены в октябре-ноябре 1989 г. Алтайской геофизической экспедицией ПГО "Запсибгеология" Мингео СССР. Концентрация ртути в воздухе исследованных участков уменьшалась в последовательности с.Акташ- с.Чибит - с.Иня - с.Чоя - с.Кызыл-Озек - район проектируемых водохранилищ. Наибольшие значения отмечались в районе действующего горного цеха Акташского рудника - до 200 нг/м³, что существенно превышает фоновые значения, типичные для незагрязненных районов Земли (3-9 нг/м³, [1]). Район предполагаемого строительства характеризуется фоновым содержанием - максимальная концентрация составляла 6 нг/м³ при среднем значении 1,4 нг/м³. Это дополнительно свидетельствует об отсутствии в данном районе существенных ртутных аномалий.

2.5. Ртуть в биологических объектах

За два года был выполнен большой объем работ в области гидробиологии. При этом впервые получен материал о содержании ртути в биоценозах Горного Алтая, особый интерес среди которого представляет информация о ртути в рыбе. Это связано с двумя причинами: во-первых, рыбы (особенно хищные виды) являются замыкаю-

щим звеном пищевых цепей в экосистемах, а для таких цепей характерным свойством является повышение концентрации токсикантов по мере продвижения от низших звеньев к высшим; и, во-вторых, именно рыба, употребляемая человеком в пищу, может послужить источником поступления токсикантов в его организм.

Результаты работ 1988 г. позволили сделать вывод о том, что при современном уровне ртутной нагрузки на экосистемы долины р.Катунь и Телецкого озера ее содержание в тканях позвоночных (рыбы, птицы, млекопитающие) находится в пределах фоновых значений, типичных для незагрязненных ртутью районов [11]. Во всех экземплярах рыб (всего около 150 проб, в т.ч. хищные виды) содержание ртути в мышечной ткани находилось в пределах 0,06-0,41 мг/кг сырого веса, т.е. не превышало значения ПДК на использование рыбы для регулярного употребления в пищу и равного 0,5 мг/кг. Результаты более обширных исследований полевого сезона 1989 г. показывают, что большинство проб мышечной ткани содержит ртуть в количествах, не превышающих ПДК (такое превышение отмечено лишь в единичных образцах). В печени отловленных рыб превышение значения 0,5 мг/кг отмечено примерно в 35% определений. Вообще, в ходе работ отмечены достоверные превышения концентрации ртути в печени по сравнению с мышечной тканью [10]. Это хорошо согласуется с литературными данными и свидетельствует об активной очищающей организм функции печени. Интересно отметить, что органы и ткани рыб из р.Катунь в целом примерно в 3-5 раз содержат большее количество ртути по сравнению с аналогичными видами из озера Телецкое. Причина этого различия требует дальнейших исследований. Отметим также, что наибольшие концентрации ртути в рыбе исследованных водоемов отмечались в Новосибирском водохранилище, подверженному интенсивному антропогенному воздействию. Так, из 60 экземпляров леща и судака, отловленных в июле 1989 г, превышение ПДК наблюдалось в 12 случаях, т.е. в 20% всех экземпляров.

3. ПРОГНОЗ ПОВЕДЕНИЯ РТУТИ В ПРОЕКТИРУЕМОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

3.1. Введение

Чрезвычайно важным является вопрос о том, насколько реализация проекта строительства Катунской ГЭС может изменить экологическую ситуацию в бассейне Верхней Оби. Что касается ртути, то ответ на него сводится к оценке изменения масштабов ртутной нагрузки на жителей долины р.Катунь и Верхней Оби в случае строительства водохранилищ. Как известно, основными каналами проникновения ртути в человеческий организм являются: а) питьевая вода; б) пища; в) атмосферный воздух. Ниже будет рассмотрен каждый из этих каналов.

3.2. Прогноз качества воды по ртути в водохранилище и его нижнем бьефе

Основными источниками поступления ртути в воду водохранилища являются: непосредственно р.Катунь, транспортирующая ртуть как в растворенной, так и взвешенной формах; подземные воды, поступающие в водоем через его борта; затопленные почвы. Падение скоростей течения в водохранилище по сравнению с рекой приводит к резкому снижению транспортирующей способности потока и как следствие, осаждению взвешенного вещества на дно водохранилища. По оценкам, до 95% всего взвешенного вещества р.Катунь будет задерживаться в водохранилище, участвуя в формировании его донных отложений, средняя концентрация ртути в которых без учета вклада затопленных почв примерно соответствовали бы концентрации в соответствующих фракциях взвешенного вещества р.Катунь. Однако при изменении физико-химических условий в донных отложениях или качества воды р.Катунь (за счет возможного увеличения антропогенного воздейст-

вия) неизбежно нарушение равновесия между ртутью, содержащейся на твердых частицах, и ее растворенной формой. Следствием этого может стать поступление ртути из донных отложений в воду и повышение концентрации до уровня, точно оценить который в настоящее время не представляется возможным. Однако оно не может быть значительным - даже при немыслимом гипотетическом полном "растворении" 4 т ртути, поступающей в средний по водности год, ее концентрация в воде повысится не более, чем в 2-3 раза. В действительности же, большинство тяжелых металлов, попадая в донные отложения, как правило, уже не выводятся оттуда в силу высоких сорбционных (аккумулирующих) свойств последних и особенностей физико-химических условий. Кроме того, определенную "захоранивающую" роль играет постоянно продолжающийся процесс осадконакопления, непрерывно обновляющий границу "вода - донные отложения". В мировой литературе описаны случаи, когда донные отложения водоемов на протяжении десятилетий хранят следы давно прекративших свое действие источников ртутного загрязнения.

Другим возможным источником ртути являются подземные воды, поступающие в водоем. Специальные гидрогеологические исследования показали, что подземный сток в Катунское водохранилище может быть надежно оценен в $0,1-0,4 \text{ км}^3$ в год [4]. Наиболее вероятное значение количества поступающей при этом ртути находится в пределах $0,005-0,013 \text{ т}$ в год, максимальное значение может быть оценено в $0,04 \text{ т}$ в год [4]. Такая добавка совершенно ничтожна по сравнению с 6 т ртути, поступающей в водоем с водой р.Катунь в средний по водности год.

Аналогично обстоит дело и с вкладом затопленных почв. Для многих водохранилищ (как правило, мелководных и с низким водообменом) их вклад в гидрохимию является определяющим. Специальные расчеты показали, что в условиях Катунского водохранилища

(фоновое содержание ртути в почвах, небольшая площадь затопляемых почв, высокая степень водообмена) затопленные почвы не должны существенно изменять содержание ртути в воде [12] .

Таким образом, данные исследований, а также общие закономерности гидрологии и гидрохимии водохранилищ свидетельствуют о том, что общий вынос ртути из зоны водохранилища при его создании должен резко уменьшиться за счет задержания водохранилищем взвешенного вещества реки.

3.3. Ртуть в пищевой цепи водохранилища

Очевидно, что единственным пищевым продуктом, в котором может измениться содержание ртути после реализации проекта, является рыба. Действительно, ртутная проблема в водохранилищах хорошо известна и описана в мировой литературе [13] . Она проявляется в том, что во многих водохранилищах, особенно в первые годы после их создания, отмечается высокое содержание ртути в рыбе, превышающее соответствующие предельные нормативные значения. В настоящее время общепринято, что биологическая доступность ртути определяется не столько ее содержанием в компонентах окружающей среды, сколько интенсивностью протекания процессов метилирования ртути (т.е. образования высокотоксичного соединения - моно метилртути, активно включающегося в пищевую цепь). Как правило, в природных системах эти процессы осуществляются микроорганизмами при определенных условиях. Затопление в ходе создания искусственных водоемов большого количества органики (гумусный слой почв, растительность) создает благоприятные условия для жизнедеятельности этих метилирующих микроорганизмов. В результате даже при фоновом содержании ртути в окружающей среде может продуцироваться достаточное количество метилртути, накапливающейся в живых организмах благодаря высокой степени усвояемости и низкой скорости

выведения. По мере старения водоема обычно отмечается снижение уровня ртути в рыбе, что может быть обусловлено уменьшением содержания ртути и, главным образом, органического вещества в верхнем слое донных отложений за счет процессов вымывания, разложения или "захоронения" оседающим минеральным веществом. Продолжительность периода повышенного содержания ртути в рыбе зависит как от видовых (он более длителен для хищных рыб), так и от географических особенностей (5-10 лет - в средних широтах, 30-50 лет - в зоне вечной мерзлоты).

По современным представлениям для Катунского водохранилища с его высокой проточностью, небольшой площадью затопления, низким содержанием органики в затопляемых почвах, низкой температурой и физико-химическими свойствами воды р.Катунь, предполагаемой ультраолиготрофностью ожидать интенсивного протекания процессов метилирования и биоаккумуляции маловероятно. Однако, даже если содержание ртути в рыбе будет расти, то низкая рыбопродуктивность проектируемого водохранилища и нерегулярность употребления рыбы в пищу местным населением существенно снижает возможную опасность. Кроме того, в ряде стран (США, Канада, Швеция, Финляндия) в таких случаях используют ряд превентивных мер [13], в качестве простейшей из которых часто рекомендуется введение определенных ограничений на видовой и возрастной состав регулярно употребляемой в пищу рыбы. Какие-либо другие негативные последствия, связанные с ртутью, маловероятны (и неизвестны). В мировой практике нет ни одного случая, когда создание водохранилищ (даже в условиях повышенного содержания ртути в воде или донных отложениях) приводило бы к возникновению меркуриализма (болезнь "Минамата") у населения, проживающего как по берегам таких водоемов, так и ниже по течению вытекающих из них рек.

По мнению экспертов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) [15], для населения в целом поглощение метилртути с пищей значительной опасности не представляет. Однако у определенных групп людей, потребляющих ^{локального} рыбу (как правило, антропогенного) загрязнения или у групп с необычно высоким и долговременным потреблением крупных хищных океанских рыб (накапливающих значительное количество ртути) со временем обнаруживают уровни ртути в крови, сопоставимые со значениями, при которых наблюдались симптомы болезни "Минамата". Известные случаи серьезных массовых отравлений в Японии, давшие название заболеванию, были вызваны промышленным сбросом метиловых и других ртутных соединений в залив Минамата, что привело к накоплению ртути в промысловой рыбе. В период массовых отравлений содержание ртути в рыбе было на уровне II мг/кг. Эта рыба являлась основой питания жителей расположенных на берегу залива рыбацких деревень, среди которых и отмечалось данное заболевание.

Другая причина массовых отравлений соединениями ртути связана с употреблением загрязненного хлеба, выпеченного из пшеницы или других злаков, обработанных метилртутными фунгицидами (для протравливания семенного зерна). Такие случаи неоднократно регистрировались среди сельских жителей Ирака, Пакистана и Гватемалы [15]. Отметим, что симптомы отравления отмечаются лишь в случае более или менее регулярного потребления загрязненной пищи - так, в Ираке у заболевших период потребления такой пищи составлял от 30 дней до 3 месяцев. Среднесуточное потребление метилртути при этом составляло примерно

5-10 мг. Заболевания в Японии отмечались при суточном поглощении метилртути на уровне в 0,3-6,0 мг с длительностью регулярного употребления загрязненной рыбы от нескольких месяцев до нескольких лет.

В настоящее время эксперты ВОЗ считают, что переносимое человеком суточное поглощение общей ртути составляет 0,04 мг [15]. Это означает, что регулярное потребление рыбы, загрязненной ртутью на уровне ПДК (0,5 мг/кг), не должно превышать 100 г в день. В этой связи отметим, что в такой стране как Швеция, отличающейся высоким потреблением рыбы, в среднем каждый житель съедает 30 г рыбы в день.

Поэтому в случае роста содержания ртути в рыбе серьезная угроза возникает лишь там, где из этих водоемов рыба составляет основу пищевого рациона жителей, живущих по их берегам (индейские племена Канады) или в тех случаях, когда данные водоемы используются для коммерческого лова рыбы и расположены в странах с традиционно высоким уровнем её потребления (Швеция, Финляндия). Совершенно очевидно, что для Катунского водохранилища ситуация совсем иная.

3.4. Влияние ртути через атмосферу

Как уже упоминалось выше, содержание ртути в атмосфере долины р.Катунь находится на фоновом уровне. В настоящее время нет никаких данных, которые могли бы свидетельствовать о возможном ухудшении ситуации с содержанием ртути в атмосфере (либо гипотез, указывающих на такую возможность) в связи со строительством Катунской ГЭС.

4. ОЖИДАЕМЫЙ УЩЕРБ ПОЙМЕННЫМ ЗЕМЛЯМ ВЕРХНЕЙ ОБИ

Для решения этого вопроса в период 1988-89 г.г. выполнены научные исследования по теме "Оценка пойменных ландшафтов Катунни и Верхней Оби и тенденции их изменений в связи с проектируемым строительством Катунского гидроузла".

Разработка мероприятий по предотвращению возможного отрицательного влияния зарегулированности стока потребовала изучения пойменных ландшафтов с точки зрения продуктивности кормовых угодий. Традиционные методы оценки почвенно-растительного покрова достаточно трудоемки и не могут быть выполнены в течение I года, поэтому в основу эколого-экономической оценки пойменных земель положены ландшафтно-индикационный метод и ландшафтное картографирование.

Пойменные земли Катунни и Верхней Оби имеют исключительную важность в обеспечении кормами как общественного животноводства, так и личного хозяйства, что особенно необходимо подчеркнуть для условий практически полной распашки всех водораздельных поверхностей в равнинной части Алтайского края. На пойме выделены сенокосные угодья для удаленных хозяйств (чересполосные участки). По данным института "Алтайгипроводхоз" в 1985-1987 г.г. хозяйства, имеющие пойменные земли, заготавливали на них от 20% до 48% всего объема кормов, при этом доля грубых кормов достигала 80%.

В настоящее время накоплен определенный опыт изучения и оценки изменений ландшафтов в нижних бьефах гидротехнических сооружений рек Западной Сибири. Этот опыт в значительной мере обобщен в "Рекомендациях по прогнозированию иссушения поймы в нижнем бьефе гидроузлов" (Гидропроект, 1988 г.). Однако проведенная Гидропроектом работа не охватывает всех аспектов проблемы, поэтому была сделана попытка оценки потерь продуктивности пойменных ланд-

шафтов из-за изменения плодородия аллювиальных почв при регулировании стока.

Для перехода к общим оценкам проанализирована динамика изменения емкости ретроспективно с 1936 г. по 1985 г., исходя из комплексного варианта регулирования стока (начало наполнения - 26 мая, время добегания до Барнаула - 5 суток). Расчеты показали, что при максимальных среднедекадных расходах до $5000 \text{ м}^3/\text{с}$, когда вода выходит только на низкую пойму, потери чистого дохода при срезке пика половодья составляют в среднем за 14 лет 9,1 млн.руб., однако колебания их значительны - от 1,8 млн.руб. (годы 1947, 1950, 1960, 1980) до 25,4 млн.руб. (1963 г.).

При расходах от $5000 \text{ м}^3/\text{с}$ до $6100 \text{ м}^3/\text{с}$ (средняя пойма) среднегодовые потери за 8 лет оцениваются в 1,5 млн.руб. с колебаниями от 0,8 млн.руб. (1959 г.) до 2,7 млн.руб. (1975 г.), при расходах более $6100 \text{ м}^3/\text{с}$ потери от срезки уровней на высокой пойме составят всего 11,2 млн.руб. в год.

Общие потери чистого дохода за 25 лет со срезкой уровня могут быть оценены в 140 млн.руб., однако разбрасывать их на общее количество лет не имеет смысла, так как необходимо рассматривать всегда худший вариант, способный вызвать невосполнимые потери как в природных комплексах, так и в хозяйственной деятельности.

Основываясь на результатах проведенных исследований следует сказать, что для обеспечения и сохранения продуктивности пойменных земель необходима разработка специального режима регулирования попусков, обеспечивающего ежегодный режим полноценного однопикового половодья.

5. ВОЗМОЖНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

С целью выяснения возможных изменений климата, могущих иметь место в результате строительства Катунской ГЭС, были выполнены численные расчеты по разработанным численным метеорологическим моделям. В силу ограниченности метеоданных из-за разреженности сети метеонаблюдений и отсутствия станций аэрологического зондирования атмосферы, расчеты проводились для модельных метеоситуаций и носят предварительный сценарный характер. Основываясь на этих результатах, можно сделать следующие основные выводы.

1. Зона влияния водохранилища локализуется областью, размером порядка 20 км от береговой линии и по высоте порядка 1 км (это область, в пределах которой наблюдается более чем 20% изменение метеоэлементов).

По имеющимся наблюдениям, влияние существующих крупных равнинных водохранилищ проявляется на сравнительно небольшой окружающей территории. Для горных водохранилищ эти изменения, как показывает анализ по природным объектам-аналогам (например, Телецкое озеро) еще меньше.

2. Охлаждающее влияние водоема в первую половину лета и отепляющее в период поздней осени на температуру воздуха в прибрежной зоне составляет 2-3 градуса. Более значительно деформируется поле влажности (10-20%) и особенно в направлении преобладающего потока воздуха. Поэтому можно считать, что увеличится число дней с пасмурной погодой, количество туманов в зимнее и весеннее время года увеличится. Естественно, что уникальность микроклимата таких районов, как Чемал будет нарушена.

К подобным же выводам приводит привлечение данных метеонаблюдений по водоемам-аналогам, расположенным в тех же физико-географических условиях и имеющим близкие размеры и ориентации долин

(Телецкое озеро, Бухтарминское и Усть-Каменогорское водохранилища).

Наиболее значительный отрицательный эффект, который можно ожидать после строительства - это увеличение количества туманов. Они будут образовываться зимой (туманы парения, в связи с образованием полыньи в нижнем бьефе Чемальской ГЭС) и в первую половину лета (туманы конденсации). Наглядным примером здесь может служить микроклимат в районе полыньи ниже створа Красноярской ГЭС, а также и данные по метеостанции Усть-Каменогорское, расположенной в районе нижнего бьефа Бухтарминской ГЭС, где зарегистрировано увеличение количества дней с туманов (на II).

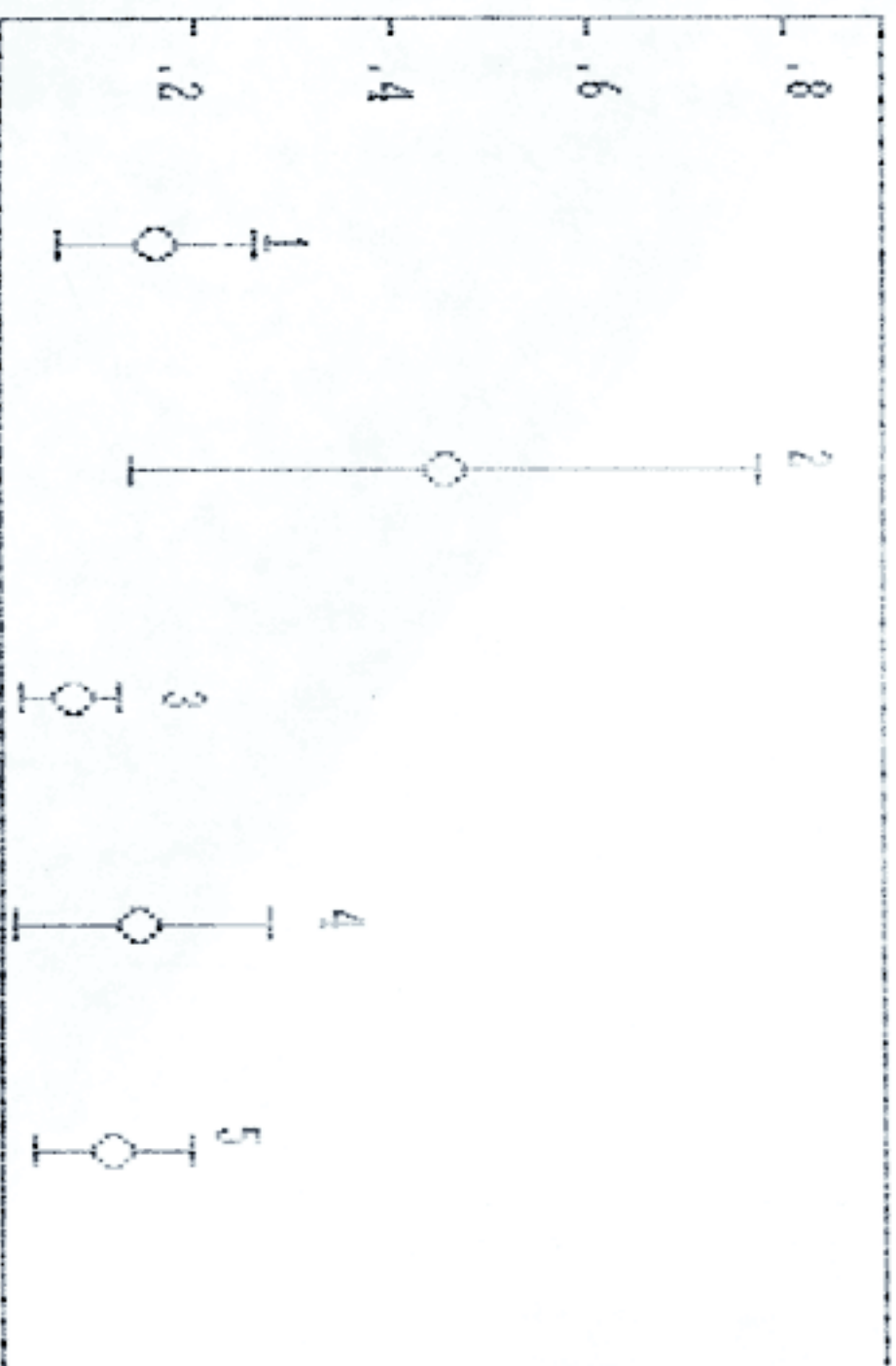
Таблица I

Сравнение проектируемых гидростанций с другими энергетическими объектами (Наука в Сибири, 9.07.87 г.)

1	2	3	4	5	6
Энергетические объекты	Мощность, МВт	Выработка электроэнергии млрд. квт./ч	Потери земель, кв. км	Площадь, на которой уничтожается древесная растительность, кв. км	Число переселенных жителей, тыс. чел.
Ингури ГЭС	1300	4,430	16,7	12,0	0,329
Нурекская ГЭС	2700	11,200	214,6	2,0	1,500
Красноярская ГЭС	6000	20,000	1760,0	380,0	51,300
Усть-Илимская ГЭС	4320	21,800	1873,0	1278,0	16,049
Братская ГЭС	4400	22,600	5470,0	3573,0	70,000
Калужская ГЭС и Челябинская ГЭС (вместе)	1900	7,680	88,0	8,1	0,550
Саяно-Шушенская и Майнская ГЭС	6721	25,020	550,6	307,6	16,384
Березовская ГРЭС	6400	41,200	37,8	22,2	0,315

Таблица 2

СОДЕРЖАНИЕ ПУТИ В РЫБЕ (МГ/КГ)



Приведены средние значения и дисперсия. Обозначения:

- 1- результаты Центра по изучению Великих Озер штата Висконсин (США);
- 2- результаты Института ядерной физики АН УССР;
- 3- результаты Байкальского филиала экологической токсикологии ВНИИВО Госкомприроды СССР;
- 4- результаты ИВЭП СО АН СССР;
- 5- результаты ИГИТ СО АН СССР.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. По совокупности проведенных исследований можно сделать заключение о том, что содержание ртути в компонентах окружающей среды района проектируемых водохранилищ близко к фоновому. Хотя ряд вопросов требует дальнейшего тщательного изучения, все же можно говорить о том, что проектируемые водохранилища не будут представлять собой что-либо уникальное по ртутной обстановке. Ртутная проблема в той или иной степени возникает практически в любом создаваемом искусственном водоеме. При этом экологическая опасность связана не с возможной угрозой повышения фонового содержания ртути в среде обитания (которое, впрочем, для обсуждаемого объекта маловероятно), а с трансформацией неорганической ртути в метилртуть. Это соединение активно вовлекается в пищевые цепи водных экосистем, что создает реальную угрозу для человека в случае регулярного ненормированного употребления в пищу рыбы из таких водоемов. Как свидетельствует мировой опыт, ртутная проблема в водохранилищах никогда не выходила за рамки конкретного объекта и не приобретала более или менее глобального характера. Введение ограничений на потребление рыбы является, как правило, эффективной превентивной мерой. Поэтому нет никаких оснований для утверждения о возможности массированного ртутного поражения населения бассейна Катунь и дальнейшего распространения токсических соединений в бассейне Оби.
2. Чтобы избежать каких-либо неожиданностей из-за влияния неизвестных в настоящее время факторов необходимо организо-

вать на основе проводимых в настоящее время исследований постоянный мониторинг состояния важнейших компонентов природной среды в зоне намечаемого строительства.

В случае принятия решения о строительстве гидрокомплекса необходимо предусмотреть реализацию ряда превентивных мер:

- осуществить полную лесосводку, а также убрать почву на участках с высоким содержанием органических веществ;
- предотвратить попадание в водохранилище бытовых стоков и отходов животноводческой деятельности;
- предусмотреть возможность ступенчатого заполнения водохранилища с постоянным контролем за протеканием развивающихся в нем гидрохимических и биохимических процессов;
- не осуществлять искусственного зарыбления водохранилища.

3. Для обеспечения и сохранения продуктивности пойменных земель Верхней Оби необходима разработка специального режима регулирования стока р.Катунь водохранилищем. При таком режиме комплексного водохозяйственного (а не только энергетического) регулирования возникает реальная возможность оптимального управления водохозяйственной деятельностью в пойме.
4. Реализация проекта строительства ГЭС вызовет изменение микроклимата на территории, непосредственно примыкающей к водохранилищу (на глубину до 20 км). Наиболее существенно это отразится на влажности воздуха, что приведет к возрастанию числа туманных дней в зимнее и весеннее время года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Химия окружающей среды / под ред. Дж.О. Бокриса. - М.: Наука, 1982. - 672 с.
2. Линник П.Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. - Л.: Гидрометеиздат, 1986. - 272 с.
3. Отчет ИГиГ СО АН СССР по теме "Геологические, геохимические и гидрогеологические исследования в связи с проектируемым Катунским гидроузлом". Раздел "Геологические и геохимические исследования докембрийских пород долины р.Катунь на участке проектируемых водохранилищ". - Новосибирск, 1989.
4. Отчет ИГиГ СО АН СССР по теме "Прогнозная оценка подземного химического стока (токсичные элементы) в зоне влияния Катунских водохранилищ". - Новосибирск, 1989.
5. Заключение по геохимическому направлению программы "Прогнозирование поведения ртути и других токсичных элементов в бассейне р.Катунь и водохранилищах Катунских ГЭС". - Новосибирск, 1989.
6. Отчет ИВЭП СО АН СССР по теме "Изучение экологических вопросов создания Катунского гидроузла". Раздел "Почвенные исследования". - Барнаул, 1989.
7. Отчет ИГиГ СО АН СССР по теме "Геологические, геохимические и гидрогеологические исследования в связи с проектируемым Катунским гидроузлом". Раздел "Гидрогеологические исследования на токсичные элементы в связи с проектируемым гидроузлом". - Новосибирск, 1989.
8. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. - М.: Мир, 1987. - 288 с.
9. Отчет ИВЭП СО АН СССР по теме "Прогнозирование поведения ртути и других токсичных элементов в бассейне р.Катунь и водохранилищах Катунской ГЭС". Научное направление "Гидролого-эко-

логические аспекты проблемы". - Барнаул, 1989.

10. Отчет ИВЭП СО АН СССР по теме "Изучение экологических вопросов создания Катунского гидроузла". Часть II "Водно-экологические исследования". - Барнаул, 1989.
11. Отчет о научных исследованиях по программе "Прогнозирование поведения ртути и других токсичных элементов в бассейне р.Катунь и водохранилищах Катунской ГЭС". Научное направление: "Биологические аспекты проблемы". - Новосибирск, 1989.
12. Отчет ИВЭП СО АН СССР по теме "Изучение экологических вопросов создания Катунского гидроузла". Часть I "Математическое моделирование". - Барнаул, 1989.
13. Сухенко С.А. Ртутная проблема в водохранилищах // Поведение ртути и других тяжелых металлов в экосистемах. - Часть 3. - Новосибирск.: Изд. ГИИТБ СО АН СССР, 1989. - с.128-140.
14. Отчет ИВЭП СО АН СССР по теме "Изучение экологических вопросов создания Катунского гидроузла". Часть III. "Ландшафтно-экологические исследования". - Барнаул, 1989.
15. Ртуть. Совместное издание Всемирной организации здравоохранения и Программы ООН по окружающей среде. Всемирная организация здравоохранения, Женева, 1979.