

ВСТУПЛЕНИЕ

Настоящий сборник посвящен описанию экологических проблем, сходных по своим особенностям с проблемами Аральского бассейна.

XX век ознаменовался огромным размахом антропогенного наступления на природу. Огромные возможности, открывшиеся вследствие технического роста, индустриального и финансового скачка, создали видимость вседозволенности человеческих устремлений “в подчинении естественных явлений” техническому прогрессу. Особенно эти явления распространились в водном хозяйстве. Строительство гигантских плотин, водохранилищ и тысячи километров каналов, опутавших лик земли, казалось преобразовали и земли и воду во благо сиюминутного прогресса экономики. Но эта эйфория не замедлила смениться разочарованием - человек вызвал к жизни такие силы, с которыми он не смог справиться и которые подобно джинну, выпущенному из бутылки подчинили себе и человечество и его “достижения”.

В данном сборнике собрана информация из зарубежных источников о естественных объектах, которые подобно Аральскому морю стали жертвами этой человеческой экспансии. Только лишь по США приводятся сведения по трем “малым Аральским морям” - озерам Моно, Пирамид, Сэлтон Си, с проблемами которых не смогла справиться такая развитая и богатая страна как США.

Приводится обзор аридного бассейна реки Мюррей-Дарлинг (аналогичного бассейну рек Амударья и Сырдарья), где умелое государственное управление и общественное сознание позволили решить проблемы улучшения экологического состояния.

Надеемся, что наши соотечественники и коллеги ознакомившись с “биографией братьев и сестер Арала”, смогут сравнить собственный опыт с зарубежным и сделать соответствующие выводы.

ЭКОСИСТЕМА БАСЕЙНА МОНО¹

ВСТУПЛЕНИЕ

Озеро Моно находится в самом центре бассейна Моно в восточной Калифорнии. Вся дикая природа находится в зависимости от экосистемы бассейна. С 1914 года г. Лос-Анджелесу принадлежат права на несколько основных водостоков, впадающих в озеро, воду которых город экспортировал за пределы бассейна. С 1914 по 1985 год экспорт воды составлял в среднем 84 млн м³/год, однако с 1969 по 1985 г. он вырос до 11 млн м³/год. В результате изъятия стока, уровень озера Моно упал с 1941 г. на 12 метров. В связи с этим возник вопрос влияния снижения уровня на экосистему бассейна.

В 1984 г. конгресс США учредил национальный парк бассейна Моно и поставил его под юрисдикцию лесной службы США. Ранее бассейном управляло бюро по управлению земельными ресурсами. Акт конгресса содержал также просьбу к Национальному совету исследований систематизировать имеющуюся научную информацию и оценить существующие представления об эффектах, вызываемых снижением уровня озера. Это сообщение содержит результаты исследований специального Комитета по изучению экосистемы бассейна Моно.

Изменения уровня озера оказали влияние не только на само озеро, но и на прибрежную полосу и более возвышенные участки бассейна. Количество воды в озере определяется атмосферными осадками, родниковым питанием и испарением.

Минерализация воды при уменьшении ее объема возрастает за счет испарения. Повышенная соленость приводит к угнетению водной растительности и, как следствие, к уменьшению популяций птиц, питающихся этой растительностью.

Определенные изменения происходят в других частях бассейна. Так в прибрежной полосе возрастет ветровая эрозия и пылеперенос с обнажившейся поверхности. Падение уровня озера также вызовет снижение уровня грунтовых вод, что, в свою очередь, повлияет на растительность. На возвышенных участках бассейна изменившиеся водотоки при пониженном уровне озера отрицательно повлияют на растительность, рыбу и других обитателей бассейна.

Директива Конгресса указывает, что изменение уровня озера вызывает необходимость следующих исследований:

1. Инвентаризация всех земных и водных разновидностей дикой жизни, включая существующий и будущий уровень популяции.

2. Критический уровень озера, необходимый для поддержания диких популяций.

3. Гидрология озера Моно.

4. Численность популяций в случае продолжения Лос-Анджелесом реализации своих прав на воду.

5. Влияние изменения диких популяций на популяции в других сферах.

Акт также указывал на то, что эти исследования не касаются социально-экономических проблем прав на воду г. Лос-Анджелеса. Служба лесов США заказала также исследования проблем управления бассейном, включая влияние пожаров и выпаса скота на экосистему, доступа населения к обнажающейся поверхности туфов, на качество

¹ The Mono basin ecosystem. Effects of Changing Lake Level. Ed. Duncan T. Patten. - Washington, D.C., 1987.- 272 p. - (Mono ecosystem study Committee).

воздуха, а также инвентаризацию всех типов растительности. Так как различные уровни оказывают различное влияние на различные ресурсы бассейна (птицы, туфовые башни, береговая растительность и дикие популяции), Комитет подготовил подходы к решению задачи, анализируя серию уровней выше и ниже существующего.

КЛИМАТ, ФИЗИКОГЕОГРАФИЯ И ГЕОЛОГИЯ МОНО

Бассейн Моно является закрытым гидрологическим бассейном, ограниченным восточными отрогами Сьерра Невады на Западе и хребтами Великого бассейна с трех остальных сторон. Озеро Моно является конечным водосбором для всего стока в бассейне. Площадь бассейна по разным оценкам составляет от 164 км² до 2083 км². Бассейн Моно лежит на границе двух физико-географических провинций - Сьерра Невада и Великий Бассейн. Топография бассейна весьма изменчива. Абсолютные отметки изменяются от 1914 м (уровень озера в августе 1986 г.) до 3900 м (на высшей точке Сьерра Невада).

Бассейн характеризуется большим разнообразием осадков в сезонном и многолетнем разрезе. Большинство осадков выпадает зимой в форме снега, их количество и температура воздуха зависят от высоты местности и удаленности от Сьерра Невады.

Измерения осадков и температуры в бассейне начаты с 1951 г., хотя сведения о различных явлениях природы имеются с середины 18 века. Эти данные могут быть использованы для определения среднемесячных температур и осадков, а также относительной частоты экстремальных явлений.

В октябре 1986 г. площадь озера составляла около 179 км² при максимальной глубине 45 м. На озере есть два больших и множество мелких островов. Ввиду отсутствия оттока и эффекта испарения соленость озерной воды высокая при щелочной реакции. Она в 2,5 раза выше солености воды в Тихом океане. Из-за высокой солености озеро содержит лишь три продуктивных вида: солянковая муха, креветки и некоторые виды алги (разновидность зеленых водорослей).

Большое количество мигрирующих водоплавающих птиц, питающихся этой растительностью, населяет озеро. Рыба в озере отсутствует.

Специфической чертой бассейна Моно является наличие туфовых башен, образующихся под водой при соединении кальция из пресной воды с карбонатами озерной воды. Эти образования формируют башни причудливой формы. При снижении уровня озера башни обнажаются.

Значительная работа была проведена по изучению геологической истории бассейна. Бассейн является геологической депрессией заполненной рыхлыми осадками мощностью 500-1350 м ледникового, аллювиального, озерного и вулканического происхождения. Бассейн остается закрытым в течение 3 млн лет.

ДОИСТОРИЧЕСКИЕ И ИСТОРИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ОЗЕРА МОНО

Возраст озера Моно равен 1,5 млн лет, оно одно из старейших в Северной Америке. Озеро достигло максимальных размеров 22 тыс. лет тому назад. В то время оно было в 7 раз глубже и в 5 раз больше по площади, чем сейчас. Хотя уровень озера в доисторические времена был ниже по сравнению с более близким временем, объем во-

ды в нем, возможно, был большим, чем при аналогичном уровне сегодня. Тектонические подвижки за последние 600 лет изменили соотношение между объемом озера и гипсометрическим положением его уровня. Максимальное перемещение воды произошло между 1723 и 1850 гг. до н. э. в момент возникновения острова Паоа в результате вулканической деятельности.

Так как озеро расположено в вулканически активной зоне, подобные изменения возможны и в будущем. Систематическая информация об уровне озера имеется с 1912 г., по картографическим и климатическим данным информация восстановлена с 1857 г.

Отвод воды из бассейна начался в 1941 г. Уровень озера упал (примерно на 13,5 м) с 1925 м до 1912 м абсолютной высоты. Начиная с 1982 г. период характеризовался многоводностью и уровень озера вырос на 2,4 м.

СРАВНЕНИЕ ОЗЕРА МОНО С ДРУГИМИ СОЛЕНЫМИ ОЗЕРАМИ

Большинство соленых внутренних озер являются мелкими и сильно изменяются по солености, площади и глубине. По контрасту глубокие и большие озера, наподобие озера Моно, испытывают незначительные изменения солености. Для самых больших озер возможны постепенные изменения глубины и солености ввиду изменений климата или вмешательства людей.

В целом солеными признаны озера с минерализацией воды более 3 г/л, ибо соленость озер резко отлична.

Объем соленых озер и внутренних морей почти равен объему пресных озер и рек. Крупнейшие соленые озера (моря) это Каспийское, Аральское, Иссык-Куль, Грейт Солт Лейк в США, Мертвое море и Озеро Ван в Малой Азии.

Эти озера хоть и большие, но немногочисленны и содержат значительную часть соленой внутриматериковой воды.

Мелак (1983) отобрал данные об озерах, подобных Моно по морфометрическим и химическим характеристикам и попытался обобщить экологические характеристики, которые помогли бы расширить понимание озера Моно.

Семь крупных озер оказались близки к озеру Моно. Лимнологический анализ этих озер показал, что они имеют ряд общих черт, таких как расположение на умеренных или высоких отметках в горных областях, щелочной, обогащенный натрием химический состав с высоким содержанием фосфатов. Перенасыщенность растворенным кислородом, изобилие животных, сезонное наличие алги и низкая прозрачность, что свидетельствуют о продуктивности отдельных озер. Несколько видов рыб живет в этих озерах, но все они, кроме озера Моно, обитаемы.

Обширная литература о соленых озерах имеет особое отношение к озеру Моно, в частности, это касается устойчивости водных организмов к солености воды, геохимический анализ воды, как результат растворения и концентрации, палеогеологический анализ изменений солености, исследования вертикального смешивания.

В контексте наших знаний о соленых озерах, озеро Моно представляет особый интерес. Оно одно из старейших в Северной Америке.

Большое количество растворенных карбонатов поддерживает постоянное равновесие с углеродом - 14, производимым ядерными испытаниями, и позволяют исследовать газовый обмен между атмосферой и озером. Исследования позволяют прогнозировать пределы глобального потепления за счет накопления двуокси углерода от сжи-

гания ископаемого топлива. Недавнее изучение показало, что растворимость радионуклидов в озере Моно во много раз выше, чем в морской или пресной воде.

Андерсон и др. (1982) серьезно предполагали возможность размещения радиоактивных отходов в окрестностях озера. Недавние гипотезы, основанные на докембрийской палеоэкологии (Кемпе и Дегене, 1985) предполагают, что древнее море имело высокую щелочность при высоком рН и низкое содержание кальция и магния.

ГИДРОЛОГИЯ БАССЕЙНА МОНО

ВСТУПЛЕНИЕ

Понимание гидрологии бассейна важно с точки зрения создания модели водного баланса для прогнозирования положения его уровня и с точки зрения потенциальных изменений солености и наличие воды, могущих оказать влияние на экосистему бассейна.

Например, горизонт воды в озере прямо контролирует уровень грунтовых вод и, соответственно, влияет на состояние растительности в прибрежной полосе. Аналогично, соленость воды и ее последствия для животной жизни зависят от количества воды поступающей в озеро.

В статье рассматривается 4 направления исследований: 1) общий обзор метеорологических условий и климата; 2) описание гидрологических процессов и краткая оценка имеющихся данных; 3) обзор существующих водобалансовых моделей для озера и бассейна; 4) описание прогноза уровня и солености озера на базе этих моделей.

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ

Гидрология бассейна Моно полностью зависит от количества и распределения осадков, которое оно получает. Последние, в свою очередь, зависят от метеоусловий Большого бассейна. Крупные погодные системы в основном, определяют количество осадков в бассейне.

Эти системы складываются из трех компонентов, которые определяют количество осадков в бассейне в разные сезоны. Тихоокеанский компонент характеризуется зимним максимумом осадков и проявляется в основном, в северном, западном и южном секторах.

Континентальный компонент имеет весенний максимум осадков и преобладает в центральных и южных секторах. Компонент Галф обладает летним максимумом осадков и преобладает в юго-восточном секторе.

Тихоокеанский компонент приносит большинство осадков, связанных с горным обрамлением Сьерра Невада и др., которые являются барьером для влаги. Большинство этих осадков выпадает в возвышенных частях и очень малая их часть достигает восточной оконечности озера Моно.

Существенное количество осадков связано с нефронтальными циклонами, вовлекающими воздушные полярные массы (Хоутон, 1975, Монтеверди, 1976).

Эти воздушные потоки важны для выпадения осадков в восточной Калифорнии в целом и в бассейне Моно в частности. Летние дождевые осадки в Аризоне и Нью-

Мексико, также как и в прилегающих районах Калифорнии (включая бассейн Моно) в основном зависят от штормов, вовлекающих воздушные массы из тропической части Тихого океана, Калифорнийского и Мексиканского заливов.

Летом имеет место развитие антициклонического потока над бассейном. В то же время сухой воздух с Тихого океана продвигается через Калифорнию и Сьерру. Сталкиваясь, эти воздушные потоки выражаются в пыльных бурях, ливнях и воздействуют на озеро и окрестности.

Зимой над озером часто образуется туман, который в отсутствии ветра препятствует испарению. Воздействие облачности на испарение имеет более сложный характер, т.к. облачность сопровождается ветрами. Весьма возможно, что серия влажных лет наподобие 1981-1982 гг. со сравнительно коротким прохладным летом содействовала уменьшению испарения и увеличения объема озера.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСАДКОВ И ФЛУКТУАЦИЯ УРОВНЕЙ ОЗЕР БОЛЬШОГО БАССЕЙНА

В течение последних 10 лет (1975-1986 гг.) два взаимосвязанных гидрометеорологических феномена привлекли внимание: возросшее количество катастрофических погодных явлений, включая крайне влажные и крайне засушливые годы, и подъем уровня озер Грейт Солт, Пирамид, Волкер и Моно. Наиболее влажными из последних 20 лет были 1975-1977 гг., а наиболее сухими - 1981-1983 гг. За 100 лет наблюдений в Калифорнии двухгодичная засуха или двухгодичная чрезмерная влажность были беспрецедентны.

Подъем уровня озер в Большом Бассейне в 80-е годы хорошо задокументирован. В июне 1986 г. уровень озера Моно поднялся на 2,4 м с 1982 г. Несмотря на то, что уровни озер Моно и Пирамид также как и реки Траки, подвергались влиянию отбора на ирригацию и другие нужды, тесная связь между ними и осадками очевидна, подъем в наибольшей степени на возвышенных участках.

Из недавнего исторического прошлого известно, что переходы от засухи к переувлажнению и обратно были относительно резкими. Эти сдвиги могут быть соотнесены с длиной волн в верхних слоях атмосферы, а те, в свою очередь, с принципиальными физико-географическими факторами, а также влиянием температуры поверхности моря.

В течение последних экстремальных метеорологических явлений 80-х годов обратили внимание на явление осцилляции Эль-Ниньо (Киладис и Диас, 1986).

Активное развитие осцилляции Эль-Ниньо привело к экстремальным проявлениям противоположного характера в различных частях мира. Явление осцилляции Эль-Ниньо имело место в 1976-1977 гг. (засуха в Калифорнии) и в 1982-1983 гг. (переувлажнение в Калифорнии).

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Главной концентрацией в гидрологии является гидрологический цикл - постоянный обмен водой между поверхностью (океаны и озера), атмосферой и поверхностными водами. Модели водного баланса пытаются определить численные значения ком-

понентов гидрологического цикла для специфического региона, используя закон сохранения массы для притока, оттока и изменений емкостного запаса.

Бассейн Моно является закрытым бассейном, где единственной расходной статьей является испарение с поверхности озера и почвы и эвапотранспирация редкой растительностью. Приток влаги образуется за счет выпадения осадков в виде дождя и снега. Вода от таяния снегов и ливневых дождей попадает в водотоки и фильтруется в грунтовые воды. Таким образом, доминирующими процессами, контролирующими распределение воды внутри бассейна являются: осадки, поверхностный сток в водотоки, разгрузка подземных вод в озеро, испарение с поверхности озера и эвапотранспирация в прибрежной зоне.

ОСАДКИ

Среднегодовое количество осадков в бассейне Моно изменяется от 0,15 м в восточной части озера до 1,25 м на возвышенных участках Сьерра Невада. Большинство осадков выпадает зимой (примерно 75 % в период октябрь-март). Снежники Сьерры - основной источник поверхностного стока. Они в течение всего года сохраняются в горах, а их накопление начинается с середины октября, в мае-июне происходит интенсивное таяние снегов. Несмотря на небольшое количество дождемеров и снегомеров (9 точек) в бассейне, среднегодовое количество осадков известно неплохо относительно других компонентов баланса.

ПОВЕРХНОСТНЫЙ СТОК

Большая часть поверхностного стока в бассейне образуется в Сьерра Неваде, где выпадает большинство осадков. Пять основных водостоков (Раш, Ли Вининг, Милл, Волкер и Паркер) и множество мелких несут воду со Сьерра Невада и других возвышенностей. Так как питание в основном снеговое, сток в реках резко изменяется по сезонам с объемом стока от половины до двух третей в течение мая-июля (Форстер, 1985). Общий средний сток в главных реках равен приблизительно 30 млн м³. Это составляет 75-85 % общего притока в озеро. Незамеренный сток составляет примерно 30,8 млн м³. Определение незамеренного стока показывает неточность балансовых построений. Другим источником ошибки является тот факт, что существующий поверхностный сток в озеро неизвестен. Главные гидросты располагаются на отводах в 6-13 км от озера. После прохождения этих постов поверхностные воды погружаются в пористые русла рек и попадают в озеро в качестве подземных вод, сток которых определить весьма затруднительно.

ЗАЛЕГАНИЕ И ДВИЖЕНИЕ ГРУНТОВЫХ ВОД

Движение грунтовых вод контролируется геологией бассейна. Бассейн сложен переслаиванием ледниковых, аллювиальных, лагунных и вулканических отложений. Эти отложения образуют сложный комплекс проницаемых и полупроницаемых водо-

носных горизонтов и водоупорных слоев, которые восполняются осадками с ближайших холмов и горного обрамления. Глубина уровня залегания грунтовых вод, приближаясь к поверхности вблизи озера, составляет около 50 м (Ли, 1969). Озеро Моно является региональной дренажной системой, грунтовые воды движутся к озеру, разгружаясь в отдельных родниках и зонах выклинивания в прибрежной полосе и дне озера.

ПОТОК ГРУНТОВЫХ ВОД В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ

С точки зрения перспектив экосистемы бассейна Моно наиболее важным аспектом подземного стока является выклинивание на границе раздела "озеро-осадки", а также в прибрежные болота и соленые озера. Для наблюдения за уровнем и градиентами подземного потока было пробурено 23 мелких пьезометра глубиной от 1,5 м до 6 м по 4 створам. Градиенты потока грунтовых вод, скорость потока и химия родникового стока значительно отличаются для разных мест вокруг озера. Градиенты потока выше и минерализация воды меньше в западной части, где приток Сьерра Невады максимальный, и, наоборот, в северной и северо-восточной частях градиент наименьший, так как поток минимальный, грунтовые воды прибрежной полосы очень соленые и являются либо остаточными озерными водами, просочившимися ранее, или водами засолившимися, благодаря испарению с малых озер. В местах развития туфов градиенты имеют ступенчатый характер, а положение родников контролируется трещинами и гребнями туфов.

ОЦЕНКА ДАННЫХ О ГРУНТОВЫХ ВОДАХ

Количественные оценки изменений емкостных запасов и скоростей движения грунтовых вод обычно производят с помощью численных моделей подземного стока. Конструкция такой модели требует описания геометрии и гидравлических свойств гидравлических отложений, а также измерений положения уровня или напора по колодцам (скважинам), расположенным по всей исследуемой территории. В целом, информация о геометрии водоносных горизонтов, их гидравлических свойствах и напорах крайне скудна. Всего несколько методологических колонок по скважинам имелись до 1969 г.

В то время, использовались две эксплуатационные скважины. Лишь в 1987 г. была пробурена параметрическая скважина глубиной 77 м.

На базе имеющейся информации сделана попытка описания физических характеристик осадков в западной части бассейна. К западу от озера залегают флювиогляциальные отложения высокой проницаемости с прослоями вулканического пепла и лагунных отложений низкой проницаемости. Эти слои образуют вертикальные пакеты ограниченных водоносных слоев с мелким неограниченным слоем аллювиальных осадков суглинистых отложений и пепла. По другим частям бассейна подобная информация отсутствует.

ИСПАРЕНИЕ С ПОВЕРХНОСТИ ОЗЕРА

Испарение с озера является сложным процессом, зависящим от солнечной радиации, градиентов давления пара, температуры озера и воздуха, ветра, солености воды в озере и волновой активности.

Форстер (1985) суммировал результаты 17 наблюдений в период 1934-1985 гг., которые изменялись от 2 м до 0,95 м, что в среднем составило 1,15 м. Испарения являются одним из наиболее слабо изученных компонентов баланса. Хотя оно составляет около 50 % расходных статей, большинство расчетов базируется на неточных замерах или эмпирических зависимостях. Необходимы дополнительные исследования в этом направлении.

ЭВАПОТРАНСПИРАЦИЯ

Эвапотранспирация складывается из испарения с голой земной поверхности, испарения почвенной влаги и испарения растениями.

Форстер (1985) определил уровень эвапотранспирации прибрежной растительностью, орошаемыми землями и береговыми фреатофитами используя метод Блэнни-Кридла. Он установил, что с 1937 по 1983 гг. в среднем потери составляли 22 млн м³, исключая испарение ксерофитами, что составляет около 7 % расходной части баланса.

ОПИСАНИЕ И ОЦЕНКА МОДЕЛЕЙ ВОДНОГО БАЛАНСА

Несмотря на то, что водно-балансовые подходы к гидрологическим исследованиям довольно просты, точные модели водного баланса построить нелегко. Измерения составляющих баланса редко бывают полными, а ошибки измерений могут быть большими. Поэтому модели строятся таким образом, чтобы извлечь максимум изменяющейся информации.

Ограничимся рассмотрением двух моделей, предложенных Форстером (1985) и Тоддом (1984).

Базисное уравнение модели основывается на законе сохранения массы:

$$I - O = \Delta S + E_R,$$

где I - приток в исследуемую область; O - отток из областей; ΔS - изменение емкостных запасов; E_R - ошибки за счет ошибки измерений или отсутствия данных.

Важнейшими задачами являются правильные определения граничных условий и области решения, так как они рассматривают круг составляющих баланса и наличие исходных данных. В случае озера Моно возможны три варианта размещения границ и водно-балансовых уравнений.

Границы области определяются уравнением, с помощью которого может быть решена задача баланса.

Первый подход - традиционный. Здесь поверхностный приток не определяется, т.к. область решения совпадает с областью дренажа. Однако такое решение требует численных данных о таянии снега, его запасах, об эвапотранспирации и емкостных запасах грунтовых вод, т.е. компонентов, которые трудно определить с высокой точностью.

Во втором случае граница области располагается на контактах между рыхлыми осадками бассейна и слабопроницаемыми ледниковыми глинами съерры. Главным преимуществом этой системы является сравнительно хорошее определение приходных статей. Принимая допущение, что приток грунтовых вод незначителен, приходные статьи определяются суммой осадков и расходом поверхностных водотоков, которые достаточно хорошо (на 75 %-85 %) фиксируются, из емкостных запасов наиболее важным является объем воды в озере, который также легко определить.

Случай 3 рассматривает баланс лишь только озера и включает минимальное число составляющих, тем не менее, некоторые из них недостаточно изучены: поверхностный и подземный приток к озеру, как указывалось выше, трудно поддается изменению и определяется из уравнения с известными компонентами, испарение с поверхности озера также трудно определяется.

Эффективность и точность всех моделей ограничивается слабой изученностью основных составляющих. Измеренные величины варьируют в широких пределах. Например, среднегодовое количество осадков изменяется от 5,3 до 0,3 м, приток из водосборов - от 0 до 139 млн м³, а испарение с поверхности озера - от 0,94 м до 1,97 м (Форстер, 1985). Форстер провел анализ влияния неточностей в измерении отдельных компонентов на точность модели. Наиболее существенную ошибку вносит испарение с поверхности озера. Требуется также улучшение в изменении таких статей, как приток грунтовых вод, приток по водостокам и осадки в восточной части озера.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОВНЯ И СОЛЕННОСТИ ВОДЫ ОЗЕРА МОНО

Две зависимости, вытекающие из модельного прогноза, подлежат определению: 1) между положением уровня и расходом водотоков в пунктах водоотбора; 2) между положением уровня и соленостью воды. Первое необходимо для описания изменений прибрежных систем, второе - для прогноза уровня, при котором водная биота будет поражена возросшей соленостью. В 2-х моделях были использованы регрессионные уравнения для продления ряда данных по расходам водотоков до 2000 лет, т.к. они сохраняют статистические свойства первичных измерений, позволяя в то же время ввод в модель всех гидрологических явлений. Для целей стандартизации, испарение в 1,05 м было использовано в обеих моделях.

Результатом моделирования явился прогноз о том, что при любом оттоке из бассейна, озеро не достигнет равновесного уровня, при котором приток к озеру равен испарению, в течение 100 лет. Прогноз просчитывался при отборе воды в 12, 30,8, 61,7, 92,5 и 123,3 млн м³. Уровень озера стабилизируется примерно через 200 лет. Разница в определении уровня двумя моделями составляет максимум 6,3 м. Это вызвано тем, что модели ориентированы на разные граничные условия, на различные способы определения эвапотранспирации стока поверхностных вод и т.п. Исходя из сказанного, очевидно, что новое улучшение моделей на базе уточненных данных, необходимо.

Соленость воды принимается, исходя из допущения о постоянстве объема солей в озере и является линейной функцией от объема озера. Постоянная соленость равна 125 г/л. При более высоких значениях, некоторые минералы начинают выпадать в осадок однако геохимия озера изучена недостаточно для определения соотношения “уровень-соленость”.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ОЗЕРА МОНО

Изменения уровня озера Моно может оказать влияние на его экосистему: водную биоту, птиц, другую дикую жизнь, обнаженные туфовые формации, прибрежную растительность, химию воды и качество воздуха. В этой главе оценивается реакция каждого из этих компонентов экосистемы на изменения уровня. За исходные данные принимаются приходные статьи суммарно 123,3 тыс. м³ и климат, подобный зафиксированному за последние 40 лет (Форстер, 1985). Если климат станет более засушливым, равновесный уровень будет ниже. При любом изменении уровня, может измениться способ существования снеговой ржанки, т.к. она использует щелочные породы для гнездования. Если уровень упадет, острова превратятся в полуострова, что будет препятствовать гнездованию калифорнийских чаек. Изменение берегового склона на более крутой затруднит обитание водоплавающих. В особенности важно, что птицы могут утратить здесь свое пребывание, если соленость воды возрастет до пределов, когда нужные им водоросли перестанут произрастать в озере. Уровень озера контролируется не только притоком воды, но и климатическими условиями. Следовательно, необходимо учитывать и возможные изменения погоды из года в год. Ниже описывается влияние изменений уровня на прибрежную экосистему, соленость и химизм озерной воды.

РЕАКЦИЯ КОМПОНЕНТОВ ЭКОСИСТЕМЫ НА ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ОЗЕРА

СОЛЕНОСТЬ И ХИМИЗМ ОЗЕРНОЙ ВОДЫ

Так как из озера Моно не вытекают водотоки, в его воде содержатся ионы, принесенные речной водой, сконцентрированные за счет испарения. При подъеме уровня соленость будет снижаться за счет добавочной воды, используя исторические изменения и расчетные данные, можно определить соленость озерной воды, соответствующую каждому уровню озера. Эти значения должны рассматриваться в качестве верхней границы, так как принятая гидрологическая модель допускает, что в пределах расчетных уровней озера выпадения минералов в осадок не происходит. Однако геохимические модели показывают, что при минерализации выше 125 г/л такие минералы как мирабилит выпадают в осадок при низких температурах (около 0° С).

Стратификация воды в озере происходит не только ввиду выпадения в осадок некоторых минералов, но и благодаря неполному смешиванию пресной и соленой воды. Возможность смешивания зависит от объема воды в озере и соотношения плотностей пресной и соленой воды, а с уменьшением объема и увеличением солености возможность стратификации возрастает. Явления меромиксиса (неполного смешивания) наблюдались ранее и будут наблюдаться в будущем, Начало этому явлению было положено в 1983 г. и оно может быть использовано для исследования экосистемы в периоды меромиксиса. Стратификация способствует повышению концентраций таких соединений как метан, аммоний, сероводород ниже линии смешивания (халоклина).

Возможно несколько видов реакции на меромиксис. Пониженное содержание аммония приведет к снижению роста фитопланктона и его избыток в верхнем смешанном слое. Тем не мене возможен рост фотоаутофных и хемикоаутофных бактерий,

что может повысить первоначальную продуктивность, внезапное резкое смешивание может быть опасным для креветок, однако может повысить содержание аммония и рост алги.

ВОДНАЯ БИОЛОГИЯ

Падение уровня озера вызовет рост солености и воздействует на водную биоту. При увеличении солености до 150 г\л начнется постепенное снижение продуктивности фитопланктона.

Главный компонент алги (один из видов семейства зеленых водорослей) может стать менее обильным и продуктивным при минерализации примерно 100 г\л. Значительное ухудшение состояния бентоса следует ожидать при солености около 150 г\л.

При падении уровня и обнажении некоторых поддающихся эрозии отложений, они могут под действием ветра и волн переноситься в озеро. Их воздействие достаточно сложно, так как они повышают мутность воды, снижая ее прозрачность, адсорбируют нитраты - азот и фосфор, органические соединения и токсичные веществ. Эти вопросы требуют дополнительного изучения.

Снижение объема бентоса вкупе с биоэнергетическими требованиями осмотического давления, вызванного повышением солености, позволяет предполагать, что при солености 130-150 г\л произойдет резкое снижение роста и развития головастиков и взрослой популяции креветок.

ПОПУЛЯЦИИ ВОДОПЛАВАЮЩИХ ПТИЦ

Главными пищевыми ресурсами водоплавающих птиц в озере являются соляноквая муха и креветка. Калифорнийские чайки предпочитают креветок, красношеие фалоропы предпочитают мух. И хотя соотношение этих видов в озере неизвестно, очевидно, что повышение солености отрицательно скажется на их популяциях.

Калифорнийские чайки нуждаются в безопасных местах для гнездования, такими местами являются острова.

Площадь островов снизится при уровне выше 1914 м. При уровне ниже 1905 м острова будут потеряны. Мелкие островки, кроме того, будут подвергаться эрозии, что нанесет трудно учитываемый урон гнездованию чаек.

Озеро Моно очень важно для популяции чомги (поганки), калифорнийской чайки и красношеего фаларопа. Птицы используют озеро как станцию для осеннего перелета. Нанесение вреда этим птицам может иметь далеко идущие последствия не только для бассейна Моно, но и для всей североамериканской популяции этих птиц.

ЭКОЛОГИЯ ПРИБРЕЖНОЙ ПОЛОСЫ

Прибрежные грунтовые воды

В зависимости от уровня озера, уровень родников и болот, а также их расположение тоже изменится.

Ввиду уменьшения уклона осушенного дна выклинивание грунтовых вод может усилиться, аэрофотоснимки показывают, что при снижении уровня озера площадь бо-

лот увеличилась. Большая часть береговой линии к северу от родника Симонс Спринг характеризуется низкими градиентами подземного стока и близким залеганием уровня.

Вода имеет высокую минерализацию, что свидетельствует о замедленном движении в направлении озера. Эта часть побережья будет расширяться в случае снижения уровня озера.

ТУФОВЫЕ ФОРМАЦИИ

При повышении уровня озера туфовые башни могут погрузиться под воду и если некоторые из них будут видны, то доступ к ним прекратится. Особенно вредным для башен может быть постоянное изменение уровня. Песчаные туфы, более подверженные размыву, чем скальные, при затоплении пострадают максимально. Если уровень поднимется выше 1917 м, многие песчаные туфы будут разрушены, так как их высоты равны 1917-1930 м. Если уровень озера упадет ниже существующего, многие туфы обнажатся и увеличатся по площади, такие туфы как Южная, Ли Вининг и Каунти Парк будут полностью обнажены, если уровень упадет до 1910,4 м.

КАЧЕСТВО ВОЗДУХА

Падение уровня озера увеличит свободную поверхность его дна и приведет к увеличению аэрозолей в случае пыльных бурей. Главными факторами пыльных бурь являются их частота и продолжительность действия сильных ветров. Это зависит от многих факторов, говоря проще, один год бывает ветренее другого. Характер и влажность материала, слагающего дно озера, также существенно влияет на количество аэрозолей в воздухе. Потенциальное содержание аэрозолей зависит от будущих мероприятий, таких как: использование песчаных изгородей, фитомелиорация - закрепление растительностью и др. проекты.

ПРИБРЕЖНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Растительность напрямую зависит от количества притекающей воды и минерализации почвенной влаги. Растительность, ассоциируемая с родниками и мочажинами, является болотной. Если склоны крутые, растительность пышнее ближе к озеру.

В период низкого положения уровня в конце 70-х годов, осушенное дно озера было голым, однако не выяснено, произошло ли это ввиду того, что растительность не успела здесь закрепиться, или почвы были слишком соленые. Там, где в озеро впадают пресные водотоки, растительность представлена кустарниковой и травяной формами. В целом состояние растительности будет зависеть от наличия пресной воды в родниках и мочажинах.

РЫБА

Поскольку рыба в озере отсутствует, никакого эффекта в бассейне от снижения уровня не ожидается. Однако количество воды, поступающее в озеро, оказывает влияние на положение уровня в озере. Хотя трудно оценить влияние режима отбора воды на популяции рыб, очевидно, что равномерный в течение года попуск воды более предпочтителен для рыб, чем мощный попуск весной при почти полном отсутствии воды в течение остальной части года. В настоящее время минимальный сток по Раш Крик равен $0,54 \text{ м}^3/\text{с}$, что достаточно для воспроизводства популяций коричневой форели в этих водотоках и небольшого числа радужной форели в Ли Вининг Криш. Возможно, увеличение стока приведет к увеличению популяций этих рыб в водотоках.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ресурсы бассейна озера Моно - водная биота, популяции птиц, береговая экосистема - подвержены воздействию изменения уровня в озере Моно. Важно иметь в виду, что реакция среды на изменение уровня будет постепенной и ущерб будет возрастать по мере приближения к уровню, при котором ущерб станет катастрофическим.

При падении уровня соленость воды будет возрастать, и условия обитания организмов будут ухудшаться. При минерализации 120 г/л появятся признаки негативной реакции популяций, при солености 150 г/л будет отмечено снижение популяций. Эти значения солености ассоциируются с уровнями 1908 м и 1905 м , соответственно.

Химическая стратификация озера, известная как меромиксис, которая существует в настоящее время, и очевидно, будет существовать в будущем, определяет более низкую соленость в верхнем слое и более высокую в нижнем. При дальнейшем увеличении солености начнется выпадение солей, что лишь усилит стратификацию. Соли начнут выпадать при минерализации около 125 г/л . Они будут снижать соленость, но образуют слой на дне озера, что будут препятствовать, перемешиванию воды. Этот слой будет служить отстойником для азотных соединений, которые не будут поддерживать продуктивность, принятые допущения позволяют делать максимально жесткие прогнозы по влиянию положения уровня на экосистему.

Популяции птиц, гнездящихся и перелетных, зависят от наличия питательной среды и благоприятных мест для гнездовья. При 120 г/л (1908 м) снижение популяций креветок отрицательно скажется на численности чомги и калифорнийской чайки при 150 г/л (1905 м) эффект станет катастрофическим. Для птиц, питающихся солянковыми мухами - отрицательный эффект скажется при уровне 1911 м и обострится при уровне 1908 м .

Обнажение части дна озера при падении уровня увеличит площадь береговой полости и снизит уровень грунтовых вод под большей частью растительности

Максимальная площадь для гнездования чомги образуется при уровне 1908 м . При подъеме уровня эта площадь соответственно снизится.

При обнажении туфовых формаций они больше подвергаются эрозии и воздействию человека, хотя скрытые сейчас образования станут доступными для обозрения. С другой стороны, повышение уровня приведет к их затоплению. Максимальный ущерб принесет постоянное колебание уровня. При повышении уровня с 1923 м до 1929 м песчаные туфовые образования будут разрушены.

С изменением уровня следует ожидать и изменения в стоке рек. Хотя точный прогноз их режима весьма затруднителен. Изменение режима водотоков отразится на прибрежной растительности и дикой жизни. Сохранение существующих расходов по Раш Крик ($0,54 \text{ м}^3/\text{с}$) и Ли Вининг Крик ($0,28 \text{ м}^3/\text{с}$) достаточно для поддержания приобретенной биоты. В зависимости каждая из двух моделей будет принята, эти расходы являются средними в пунктах отбора и необходимыми для поддержания уровня на отметках от 1908 м до 1899 м.

При определении уровней, способных поддержать экологическое равновесие в бассейне Моно, необходимо учитывать, что прирастание или убавление уровня не должны достигать пределов уровней, которые могут привести к катастрофическим последствиям.

Такой буфер нужен по двум причинам. Во-первых, прогноз в этом отчете основан на данных, которые в отдельных случаях являются неполными или неопределенными, что вызывает необходимость в запасе прочности. Во-вторых, естественные изменения климата могут вызвать соответствующие не контролируемые изменения уровня.

Прогнозы, приведенные в данном отчете, основанные на имеющейся информации, являются наиболее точными. Эти нуждаются в уточнении на базе расширенных исследований и наблюдений.

УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСАМИ ОЗЕРА ПИРАМИД, НЕВАДА СРЕДИ КОНКУРИРУЮЩИХ ИНТЕРЕСОВ²

Пауль Вагнер и Мартин Лебо

Полоска зелени... Волны поднимаются, создавая подобие глубокой воды. Долго мы наслаждались видом... Это было подобно жемчужине в обрамлении гор"

Джон С.Фремонт, 1844

Озеро Пирамид и его окрестности поддерживали человеческую цивилизацию в этих пустынных краях, как минимум, 4000 лет (Д'Асеведо, 1986). Из-за аридных условий, пустынная культура, которая развивалась вокруг озера, использовала огромное разнообразие растений и животных. Тем не менее, рыболовство на озере Пирамид было важнейшим (Нак и Стюарт, 1984). Миграция Северо-Пайутских племен в регион произошла, возможно, около 1400 г., хотя на самом деле эти данные ненадежны (Д'Асеведо, 1986). В этой статье мы рассказываем историю племени Пайут озера Пирамид и его борьбы по мелиорации земли, охране и управлению природными ресурсами за минувший век. Это история о народе, который сражается за сохранение богатств озера Пирамид среди противоречивых соображений о том, как следует использовать землю сегодня и завтра. (Нак и Стюарт, 1984)

Племя Северный Пайут, которое поселилось вдоль берега озера Пирамид, жило в единстве с озером. Они называли себя "Куюидокадо", что переводится как "поедатели куи-уи". Племенное название озера, "Куи-уи паб ну наб", то есть "пруд куи-уи" еще более определяет эту взаимосвязь. Итак, что же такое куи-уи? Куи-уи - это разновидность рыбы из рода *Chasmistes*, которая водится в озере Пирамид. Это одна из трех главных составляющих (куи-уи, люди и озеро), которые отождествляются и которые дали имя племени Пайутов озера Пирамид. Ясно, что куи-уи - это главное, что отождествляется с народом Пайут. Племя утратило контроль над озером и его рыбными ресурсами в течение прошлого века, и их борьба была сражением за возвращение этого контроля.

Первым неиндейцем, посетившим озеро в 1844 г., был Джон Фремонт, который заметил, что скальные нагромождения напоминают пирамиды, откуда и произошло английское название - "Озеро Пирамид". Исследователь был совершенно под впечатлением окружающей атмосферы озера, которое он описал как "подобие жемчужины, окруженной горами". Фремонт был также очарован форелью, водившейся в озере, фо-

² Paul Wagner and Martin E. Lebo

Journal of soil and water CONSERVATION, MARCH-APRIL 1996

рельефу “головорез Лахонтена”, которая бывала более 1,2 м длиной. Такая гигантская форель впоследствии привлекла многих жадных рыбаков, и озеро Пирамид приобрело всемирную славу в качестве места спортивной рыбной ловли. Более важно для нашей истории, что эта форель и куи-уи были основным ресурсом, от которого зависело племя. Как рыбные запасы, так и вода, от которой они зависят, стали центром конфликта за последние 150 лет.

ОПИСАНИЕ ОЗЕРА ПИРАМИД

Озеро Пирамид - это остаток более крупной системы озер, которая покрывала большую часть западного Большого Бассейна на протяжении предыдущего периода, в недавнее геологическое время. Еще недавно, от 15 до 17 тысяч лет тому назад, поверхность дождевого озера Лахонтена возвышалась над уровнем моря приблизительно на 1350 м, и озеро покрывало всего 22300 км² (Бензон и др., 1990). Озеро Пирамид - конечный пункт системы (бессточное) соленое озеро, расположенное в одной из семи топографических впадин, занятых системой дождевых озер. Настоящий уровень озера приблизительно 1158 м. Площадь поверхности и глубина озера Пирамид менялись в прямой зависимости от колебаний регионального климата. Современное озеро имеет площадь поверхности около 450 км² с максимальной и средней глубиной от 101 до 59 м, соответственно. Географически озеро целиком лежит в пределах границ резервации Пайутов озера Пирамид.

Единственный постоянный поверхностный приток в озеро Пирамид происходит из реки Траки, которая вытекает из ультраолиготрофического озера Тахо в восточных горах Сьерра Невада в Калифорнии и Неваде. Поскольку озеро Пирамид расположено в дождевой тени гор Сьерра Невада, регион крайне засушлив и получает в среднем осадков только 19 см/год. Следовательно, озеро целиком и полностью зависит от притока из реки Траки, компенсирующего в большой степени водные потери от интенсивного испарения с поверхности озера (Браун и др., 1986 г., Галат, 1990 г.). Питание озера Пирамид из водных источников восточных отрогов Сьерра Невады ставит его в жестокую конкуренцию с мириадой водопользователей в регионе. Из-за недостаточности водных ресурсов на западе Невады, сток реки Траки интенсивно используется. На пути от озера Тахо на реке Траки господствуют плотины, трубопроводы, каналы и деривационные ответвления, и около 70 % от общего стока проходит через водохранилища.

Экстенсивное использование реки Траки человеком оказало воздействие на количество и качество воды, достигающей озера Пирамид. Часть реки, протекающая по Неваде, в основном отводится для выработки энергии, орошения, на городское, коммунальное и промышленное водоснабжение. Кроме того, поступает дренажный сток от ирригации и обработанные муниципальные стоки от Рено-Спарк, что способствует увеличению нагрузки от селей и удобрений. (Брок, 1991, Кеннеди\Дженк и Хилл, 1991, Рейтер и Голдман, 1993)

Оценка нагрузки от удобрений вниз по течению реки Траки от Рено-Спарк определила, что как основной сток, так и площадные источники участвуют в общей нагрузке от удобрений. К тому же, высокая летняя температура воды в период низкого расхода была признана важным фактором, ограничивающим использование нижнего течения реки Траки для приверженных холодной воде рыбных популяций. (Кеннеди\Дженк, Хилл 1991)

Биота акватории озера Пирамид охарактеризована экологическими исследованиями, проведенными на озере в течение трех десятков лет (Ла Риверс 1962, Кеннеди 1978). Мы приводим здесь лишь краткий обзор природных ресурсов озера. В центре внимания этой статьи стоит вопрос, как противоречивые интересы в регионе повлияли

на рыбные запасы и качество воды. Две породы рыб, вокруг которых сосредотачивается эта история, это куи-уи и головорез Лахонтена. Как уже сообщалось, куи-уи водится только в озере Пирамид и является рыбой-паразитом. Эта рыба является представителем рода *Chasmistes*, возраст которой датируется 16 миллионами лет, но в настоящее время представлен только двумя видами. И форель, и куи-уи мечут икру в реке, и нуждаются в обеспечении прохода к реке Траки для размножения. Исторически, форель для своих репродуктивных потребностей использовала весь водосбор реки Траки, в то время как куи-уи ограничивала свою миграцию нижним течением реки.

Озеро Пирамид обладает высоким уровнем кислотности ($1400 \text{ мг } \text{HCO}_3^-$, $\text{pH} = 9,1-9,3$), это соленое пустынное озеро с общей концентрацией растворенных солей (TDS) 5300 мг/л . Преобладают входящие в TDS ионы Na^+ , Cl^- и $\text{HCO}_3^- - \text{CO}_3^{2-}$. Вода озера Пирамид постоянно перенасыщена CaCO_3 в форме арагонита и постоянным является наличие осадка CaCO_3 вокруг поверхностных источников. Фактически, вокруг всего бассейна озера Пирамид щелочной средой озера создана геологическая сокровищница в виде туфовых шпилей и куполов от осажженного CaCO_3 . Наиболее крупные и богатые туфом формации в мире расположены в этом бассейне.

Как пустынное, озеро Пирамид богато фосфором, но бедно азотом (Хатчинсон, 1937, Хилл, 1981). В теплом однообразном по составу озере, водные потоки переслаиваются в течение паводка реки Траки ввиду стратификации по солености. Обычно хорошее смешение происходит зимой (декабрь-февраль) и термальная слоистость на глубине 20-25 метров образуется в период между июнем и октябрём. По сравнению с другими солеными озерами, озеро Пирамид является олиготрофическим с типичной концентрацией хлорофилла (меньше 3 мг/л) (Галат, 1981, Лебо, 1992)

ИСТОРИЯ ОЗЕРА ПИРАМИД: ЭРА ЭКСПЛУАТАЦИИ

Открытие озера Пирамид Джоном Фремонтом в 1844 г. начало эру эксплуатации природных ресурсов бассейна неиндейцами. Возможно, наиболее желательным ресурсом для вновь прибывших был пресноводный сток реки Траки. Природные ресурсы Большого Бассейна обычно отражают большие ежегодные изменения ввиду климатических колебаний (Кнак и Стюарт, 1984). Это, особенно, верно для поверхностного стока в системы бессточных озер типа озера Пирамид, где уровень озера изменяется с циклами выпадения осадков (Бенсон и др., 1990). Естественный гидрологический режим реки Траки был драматически изменен в начале XX века за счет подачи воды для ирригации засушливых земель. Как часть первого проекта восстановления земли в Соединенных Штатах (Проект Newland's), Дамба Дерби была создана на Траки в 65 км от места ее впадения в озеро Пирамид. Дамба была завершена в 1905 г. и начала водозабор из Траки с целью освоения тысячи акров земли в Пустыне Карсон для сельского хозяйства (Кеннеди/Дженкс и Хил, 1991).

Решением Правительства США о создании проекта Newland's уничтожались запасы рыбы в озере Пирамид. Между 1918 и 1970 гг. средняя подача воды из Траки на орошение по проекту Newland's была приблизительно 307 млн м^3 в год, что составляет почти 50 % от общего стока для этого периода (USFWS, 1992). Эта потеря большой доли общего притока к озеру Пирамид привела к понижению уровня воды на 23,5 м между 1905 и 1967 гг. Хотя уровень озера несколько восстановился в течение 70-х и

80-х годов в результате двух очень влажных периодов, в настоящее время он остается на 19,5 м ниже уровня, имевшего место в 1905 г. (США. Геологический Обзор, город Карсон, Штат Невада). Дамба Дерби не только значительно уменьшила приток к озеру Пирамид в течение 1900-х, но также лишила форель доступа в верховья реки для нереста. Далее, быстрое снижение уровня озера обнажило дельту в южном конце озера Пирамид, что полностью блокировало миграцию куи-уи и форели в реку. Таким образом, подача воды из Траки к проекту Newland's подвергла выживание форели и куи-уи опасности, препятствуя их возможности воспроизводства.

Достаточно странно, что в течение первой половине XX столетия озеро Пирамид получило известность из-за огромной популяции форели. Репутация озера как рыболовного по форели привлекала большое внимание, и национальные знаменитости, включая Президента Герберта Гувера и Кларка Гейбла, посещали озеро в течение 20-х годов. Фактически, мировой рекорд для Гигантской форели Лахонтена весом 18,5 кг был зарегистрирован в озере Пирамид в 1925 г., а в неофициальных записях фиксировалась форель весом свыше 27 кг. Однако известный лов форели в озере Пирамид уходит в прошлое к 1940 г., из-за невозможности для форели нереститься в реке Траки. В озеро, содержащее только большую рыбу в течение 20-х и 30-х годов не поступали никакие новые поколения. Примечательно, что куи-уи был способен избежать судьбы форели в озере из-за его 40-летней продолжительности жизни. Куи-уи получил доступ к реке в течение нескольких наводнений и сумел сохранить маленькую, но жизнеспособную популяцию.

Подача воды по проекту Newland's не была временным явлением, которое федеральные агентства пожелали бы исправить, убедившись в ущербе, понесенном озером Пирамид из-за непрерывной потери воды. Федеральный проект давал право на монопольное использование большей части общего стока реки Траки. Это право было установлено в федеральном суде в соответствии с Декретом по каналу Ор, который был завершен в 1944 г. Из общего стока Траки племени предоставляли право забирать воду из реки в общем количестве 39,5 млн м³ в год. Эта цифра была основана на количестве воды, которая могла бы использоваться на поливных землях ферм резервации. Напротив, проекту Newland's было дано право забирать 123 млн м³ воды из Траки для своих земель. Никакой части стока не было выделено для озера или рыболовства. Но, это было в 40-м, и общественная стратегия имела мало общего с племенными правами или сохранением экосистем. Фермеры и владельцы ранчо штата Невада преобладали в распределении вод Траки и племя было в чистом проигрыше.

Ситуация после Декрета канала Ор в 40-х состояла в том, что племя имело в собственности земли, на которых располагалось озеро, но не имело никакого контроля над количеством или качеством воды, в него впадающей. Головорез Лахонтена уплывал из озера в результате снижения притока воды из Траки, а популяция куи-уи была в состоянии деградации. Кроме того, племя не имело никакой технической экспертизы и никаких денег.

Эра конфронтации. В 50-х годах отмечен переход от эксплуатации природных ресурсов озера Пирамид к признанию его значения как экосистемы. В течение двух десятилетий после Декрета канала Ор, популяция куи-уи в озере Пирамид продолжала снижаться, а форель была в состоянии вымирания. Однако имелось возрастающее признание значения озера и его ресурсов. Первой правительственной организацией, предложившей племени конструктивный список основных действий, был отдел рыболовства штата Невада. В 50-х годах биологи штата направили племени предложения относительно перспективы восстановления спортивной программы рыболовства Гигантской форели Лахонтена в озере. Партнерство было сформировано между племенем и

отделом рыболовства, что в конечном счете, закончилось повторным поселением форели в озеро Пирамид. Биологи, участвующие в этой акции, установили близкие связи с членами племени в начальных усилиях управления отловом форели в озере. Штат остался включенным в управление отловом форели в озере Пирамид в 60-х, в то время когда “рыба и дикая жизнь США” стала играть роль в Программе.

С принятием "Акта по видам в опасности" в середине 60-х, племя приобрело инструмент для лоббирования по сохранению куи-уи и экосистемы озера Пирамид в целом. Следуя “Акту...”, биолог рекомендовал, чтобы куи-уи был зачислен в разряд видов в опасности. Эта рекомендация была основана на драматическом состоянии популяции куи-уи в течение 50-х и 60-х годов и удалению Гигантской форели Лахонтена из системы (USFWS 1992). Из-за этих факторов, куи-уи был причислен к федеральным подвергнутым опасности видам в 1967 г. Во время опубликования, только трехлетние выводки (1942, 1946 и 1950) куи-уи существовали в озере Пирамид (Скоппертон и др., 1986).

Признание значения озера Пирамид, которое развивалось в течение 50-х и 60-х годов, не остановило непрерывное разрушение естественной среда обитания реки Траки. В течение 60-х, осуществилось строительство сети каналов в низовьях Траки Армейским корпусом инженеров, чтобы усилить контроль за наводнениями в пользу жителей верховий в Рено и Спарке. Хотя биологи предупреждали, что строительство сети каналов уничтожит естественную среду обитания рыбы, Армейский корпус инженеров продолжал регулирование низовий Траки. Работа канализации драматично увеличила эрозию, разрушила естественную среду обитания форели, и продвинула дельту далее в озеро Пирамид.

Таким образом, в конце 60-х, племя имело озеро, над которым оно все еще не имело никакого контроля за количеством или качеством притока. Куи-уи был теперь причислен к подвергнутым опасности видам, но популяция в озере Пирамид была все еще в состоянии снижения. Перспектива восстановления местной форели на реке Траки была также отложена на несколько десятилетий, из-за строительства сети каналов в низовьях для контроля над наводнениями. Светлым пятном в этом периоде было то, что имело место возрастающее признание значения экосистемы озера Пирамид вне племени.

Эра тяжб. Борьба племени за восстановление контроля над ресурсами Траки и озера Пирамид, претерпела резкие преобразования в 70-х годах, включив обширные легальные методы борьбы. Один из ранних судебных процессов был затеян племенем против правительства США и его роли в аренде хозяйства озера Пирамид. Резервация озера Пирамид передала доверенность племени Соединенным Штатам, которые, в свою очередь передали обязанность по защите племенных интересов Правительству США. Одной из первых значительных побед племени в этом периоде тяжб было решение, принятое в 1973 г., относительно ответственности правительства по доверенности племени (Крамер, 1988). В этом случае было успешно доказано, что правительство США недостаточно защищало интересы племени в предыдущих действиях относительно ресурсов озера и резервации. Нарушение этой ответственности по доверенности открыло дверь к дополнительной тяжбе, включающей распределение воды в системе и эффективное использование воды, которая забирается из Траки.

Одним из ключевых инструментов в течение эры тяжб был “Акт по видам в опасности” (ESA), который дал возможность племени утверждать, что окружающая среда плохо управлялась. Причисление куи-уи к видам в опасности воздействовало в нескольких направлениях на управление ресурсами в системе реки Траки. Сначала, участие ESA в региональных решениях управления значительно замедлило процесс

принятия решений, который вел к некоторым благоприятным решениям для озера. Это также обеспечило законный рычаг, чтобы уменьшить общий отбор из Траки и было основой для того, чтобы нажать на конгресс для поддержки им племенных интересов. В заключение, причисление куи-уи к подвергнутым опасности видам инициировало участие нескольких федеральных агентств в управлении ресурсами.

В 70-х годах несколько федеральных агентств вносили вклад в усилия по управлению рыбным хозяйством озера Пирамид. Наиболее видным агентством была служба "Рыба и Дикая жизнь США" (USFWS), которая имела полномочия на разработку планов восстановления подвергнутого опасности вида. USFWS также начали другие аспекты управления ресурсами резервации в "Программу Садка" для Гигантской форели Лахонтена. Участие USFWS эффективно заменило биологов штата Невада. Управлению ресурсами резервации помогало также Бюро по делам индейцев (БДИ). В течение 70-х годов БДИ участвовало в общих действиях по обеспечению усилий племен по созданию "Программы Садка" в резервации, и в обеспечении денег для исследований на озере Пирамид. Исследования, поддержанные БДИ повлекли за собой экологическую оценку ресурсов озера Пирамид (Эйглер и Кеннеди, 1978), которая продолжает быть важным вкладом в изучение ресурсов озера. Даже Бюро Освоения, агентство, ответственное за упадок рыболовства, играло свою роль в усилиях по управлению, формируя шлюзовую лестницу, для обеспечения доступа рыбы в озеро Пирамид к нерестилищам в низовьях Траки.

Ошеломляющая победа для племени и рыболовства произошла в середине 70-х годов, когда было получено право на водные ресурсы в Стампедском водохранилище, с объемом 278,8 м³. Это - последнее водохранилище, которое было запланировано в бассейне реки и обеспечило источник новой воды для области, которая с нетерпением ожидала этого. Водоохранилище было построено на федеральные фонды под руководством "Акта Проекта Вашо", и дополнительный объем обеспечивал ирригацию сельскохозяйственных угодий водопользователей и энергопроизводителей. Как бы то ни было, рыба озера Пирамид победила. Решение суда было основано на первой обязанности Министра внутренних дел, согласно "Акту по видам в опасности", использовать федеральные средства для защиты и сохранения, включенных в список видов. Федеральный районный суд постановил, что вода, накопленная в Стампедском водохранилище, должна быть использована на пользу находящимся под угрозой и подвергнутым опасности видам рыбы в озере Пирамид. Это решение оспаривалось, но оно было поддержано последующими решениями суда. Резервирование Стампедского водохранилища давало озеру две вещи. Во-первых, это обеспечило такое количество воды, которое могло бы использоваться в управлении стоком реки Траки, и требовалось для нереста. Во-вторых, это обеспечило племя контролем над водой на региональном уровне и открыло дверь к изменению действий по управлению водой внутри бассейна и к достижению более широкого, всестороннего соглашения.

Легальные усилия племени получили основную задержку в 1983г., когда Верховный Суд США поддержал распределение воды, установленное в соответствии с Декретом канала Ор. Племя оспаривало исключение озера Пирамид из Декрета канала Ор. Оно обосновывало это аргументом Доктрины Винтера, установившей, что, поскольку они явно не утратили права на приток из Траки, то сохранили их. Однако Верховный Суд поддержал распределение воды реки Траки. Суд основывал это решение на факте, что племя представляло доверенность Соединенным Штатам в тяжбе канала Ор. Это означало, что решение состоялось. Это решение Верховного Суда США привело к утрате возможности возврата стока Траки в озеро посредством решения суда.

Эра тяжб отмечена переходом в деле речной системы Траки от региональной политики к сильному федеральному присутствию. В течение 70-х и ранних 80-х гг., ре-

гиональная политика начала играть меньшую роль в решениях по распределению воды в области. Это происходило потому, что племя было уверено, что каждое решение было приведено к федеральным юридическим стандартам. Эра тяжбы также показала, что несколько агентств участвовали в восстановлении ресурсов озера Пирамид и низовой реки Траки. Однако именно, правительство племени и его представители были теми архитекторами, которые отбирали части федеральных программ в попытке сформировать решение по проблемам управления ресурсами.

Эра сотрудничества Прошлые десять лет показали большую готовность федеральных агентств, штата Невада, штата Калифорния и племени к разработке равноправных решений для регионального распределения ресурсов путем сотрудничества. Велись переговоры относительно урегулирования, которое защитило бы права на воду и было бы благоприятным для экосистемы озера Пирамид. На переговорах, устремления племени в достижении благоприятного для озера урегулирования были значительно усилены союзом между племенем и Службой “Рыба и Дикая жизнь США” (USFWS). Опыт озера Пирамид показывает, что централизация действий усиливает вероятность и повышает шансы на сохранение экосистем. В 80-х годах возможности племени, как юридического лица были твердо установлены путем многочисленных правовых сражений предыдущего десятилетия, но союз с USFWS усилил эти возможности с помощью “Акта по подвергнутым опасности видам”. Одной из первичных целей этого союза было уменьшить отвод воды из Траки и увеличить приток к озеру.

Правительство США поддерживало усилия по поиску урегулирования прав индейцев на воду реки Траки. После обширной тяжбы в 70-х и в начале 80-х годов племя было готово придерживаться этого направления, чтобы достигнуть сохранения озера Пирамид и восстановления низовой Траки. Это была длинная и трудная дорога с большими препятствиями по маршруту. Однако при поддержке экологического движения и на базе самостоятельного отстаивания собственных прав, племя пришло к 90-м годам к договорному соглашению по правам на воду. Это урегулирование, включающее племя, Правительство США, штат Невада, штат Калифорния, Сьерра-Тихоокеанскую энергетическую компанию (местная компания по воде и энергии), стало законом в ноябре 1990 года. В настоящее время племя включено в переговоры относительно реализации закона, который гарантирует целостность экосистемы озера Пирамид.

Важная особенность урегулирования - разработка и реализация плана восстановления куи-уи. Согласно “Акту по подвергнутым опасности видам”, USFWS должна разработать детальный план действий для популяции, с тем чтобы она могла самостоятельно выжить в естественной местной среде. План восстановления куи-уи в озере Пирамид первоначально был сформирован в 1978 году, но поскольку было мало известно относительно хронологии жизни и естественной среды куи-уи, требования для переклассификации от “подвергнутого опасности” до “находящегося под угрозой” не были определены количественно (USFWS, 1992). Этот план подвергся повторному изменению в течение 1992 года, и теперь включает детализированные руководящие принципы того, как защитить и восстановить куи-уи в озере Пирамид и обеспечить подходящие условия для воспроизводства. Когда план будет полностью выполнен, куи-уи и озеро должны приобрести устойчивое хорошее состояние.

Другими ключевыми особенностями Акта Урегулирования были следующие: соглашение об изменении времени попусков в Траки таким образом, чтобы обеспечить нерест рыбы; восстановление речной среды и улучшение условий для прохода рыбы; соглашение о том, чтобы остающаяся неразобранная вода Траки сбрасывалась в озеро Пирамид; учреждение Фонда Доверия для поддержки программы рыбоводства

племени; и учреждение фонда экономического развития для племени озера Пирамид. Акт Урегулирования также предусматривал передачу накопленного в Стампедском водохранилище муниципального запаса воды на случай засухи, для расширения рыбодства на озере Пирамид.

Возможность участия племени в контроле над качеством воды озера Пирамид и низовой реки Траки была усилена в 1987 году в связи с переутверждением “Акта Чистой Воды”. С учетом поправок 1987 года, Конгресс дал племенам право участвовать в относящихся к окружающей среде программах, под руководством Управления по охране окружающей среды США (USEPA), и в соответствии с Актом, на правах штатов. Это включает регулирование качества поверхностных вод. Племя имело возможность определить желательное качество воды для озера Пирамид и низовой реки Траки и полномочия для установления стандарта качества воды. Стандарты качества воды также обеспечили племя возможностью прямого управления ресурсами в регионе для достижения такого качества воды, которое сохранит экосистему в целом.

USEPA сделал финансирование доступным для племен, чтобы поддержать разработку стандартов качества воды. Племя Пайутов озера Пирамид воспользовалось преимуществом этого финансирования, чтобы оценить нагрузку питательных веществ на озеро Пирамид. Племя пригласило ученых из Девисовского Университета Калифорнии, для участия в совместных с персоналом племени исследованиях. Одна из начальных целей совместных исследований были рекомендации по стандартам качества воды для озера Пирамид и низовой Траки. Это изучение было основано на обширной оценке потенциала для эвтрофикации этой водной системы, и рекомендации, полученные на основе этого изучения, рассматриваются племенем в настоящее время.

Интересный аспект общей стратегии за последние десять лет заключается в том, что многие из агентств, которые были ответственны за деградацию озера, теперь вовлечены в его восстановление. Бюро Мелиорации, которое было ответственно за большие водозаборы, финансировало моделирование качества воды Траки, чтобы обеспечить улучшенное качество воды для мигрирующей рыбы. Армейский корпус инженеров, после разрушения естественной среды для контроля наводнений, теперь работает над восстановлением низовой реки Траки. Его участие включает разработку решения для мелкой дельты в речном устье. В заключение, правительство США, которое однажды раздало воду из реки Траки, теперь расходует средства, покупая ее обратно и обеспечивая большую подачу воды в озеро.

Таким образом, опыт озера Пирамид охватывает обширный период от опустошения до начала восстановления ресурсов озера Пирамид и низовой Траки, однако река не восстановлена, и она, из-за происходящих внутри бассейна перемен, вероятно, никогда не будет тем, чем она была в прошлом. Кажется, озеро уже видело свои самые черные дни. Благодаря способности племени использовать публичную политику возвращения контроля над их историческими ресурсами, возможен прогресс в их требованиях.

УСИЛИЯ ПЛЕМЕНИ ПО УПРАВЛЕНИЮ

В борьбе за восстановление контроля над ресурсами озера Пирамид, племя приложило много усилий и экономических ресурсов. Сюда включается управление садков рыбы, оценка запасов рыбы в озере, текущий контроль качества воды и восстановление низовой Траки. Племени помогали в его усилиях несколько агентств на Федеральном уровне и уровне штата. Однако племя было той общей нитью, которая связывала раз-

розенные инициативы агентств. Это также обеспечило движущие силы для обеспечения самоподдержания экосистемы и естественного распространения рыбы в озере Пирамид и в низовьях Траки.

Операции Садка. Краеугольным камнем начальных усилий племени в возвращении контроля над выживанием куи-уи и Гигантской форели Лахонтена в озере Пирамид была разработка Программы Садка в резервации. Операции Садка по пополнению популяции куи-уи озера Пирамид началась в начале 70-х при помощи организации “Рыба и Дикая жизнь США”. Программа куи-уи была сосредоточена на сохранении генетического материала выбранных годовых генераций популяции. Препрады на маршрутах нереста предохраняли более старую рыбу от репродукции. Операция Садка обеспечила средства поддержания генетической целостности всей популяции. В 1977 г. племя приняло на себя полный контроль над Программой Садка для куи-уи в озере, и продолжает управлять программой сегодня.

Племя изменило операцию Программы Садка куи-уи в середине 80-х, чтобы увеличить вероятность пополнения естественной популяции взрослой рыбой. В течение первого десятилетия, Программа Садка для куи-уи сосредоточивалась на создании большого количества мальков, которые впоследствии выпускались обратно в естественную среду. Акцент Программы был изменен племенем на производство меньшего количества рыбы, но большего размера. Кроме того, вторая попытка увеличения числа больших рыб была направлена к разработке популяции куи-уи внутри садка, который был отделен от естественной размножающейся популяции. Целью этой второй популяции было поддержать популяцию независимо от озера, что гарантирует выживание вида в случае катастрофического разрушения популяции обитающей в озере.

Программа Садка для форели также была разработана в резервации в течение 70-х годов.

Доступность пресной воды первоначально ограничивала разработку Программы Садка для форели, но это ограничение было преодолено экспериментальной технологией, включающей повторное использование воды внутри садка. При помощи технологии повторного использования воды, функциональный садок был установлен в резервации в 1974 г. В 1976 г. племя расширило Программу Садка форели, формируя второй комплекс по выращиванию форели на берегу озера Пирамид. Это устройство в прибрежной зоне, в отличие от первоначального пресноводного садка, использовало воду озера Пирамид. Устройство на побережье использовалось для акклиматизации рыбы к солености воды до их выпуска в озеро. Оно также обеспечило пространство для выращивания, требуемое рыбой большего размера до выпуска ее в озеро. Выращивание рыбы большего размера и акклиматизация её к условиям озера, были, как полагали, важными факторами, улучшающими выживание рыбы при её выпуске в озеро Пирамид.

Устройство для выращивания форели в береговой зоне использовалось также как место сбора икры взрослой форели в течение сезона нереста. Выпуск воды после использования обратно в озеро Пирамид в устройстве для выращивания форели привлекал взрослую популяцию. Взрослые популяции, привлеченные к береговому устройству, находили там искусственное место для икромета, а их икра помещалась в пресноводный садок для выращивания до размера молоди. Молодь форели затем перемещалась в прибрежное устройство для акклиматизации и дорастивания.

Сфера охвата проводимой племенем Программы Садка форели непрерывно расширялась с тех пор, как она была запущена в 1974 г. Строительство второго пресноводного устройства выращивания было начато в 1979 г., с технологией повторного использования примененной в первом промышленном устройстве. Несмотря на то, что некоторые проблемы проектирования ограничивали его начальную эффективность, пе-

репроектирование и расширение устройства по выращиванию в 1986 г. было очень успешным, и начиная с 1987 г. садки великолепно воспроизводили форель. Пропускная способность устройства в береговой зоне по акклиматизации и сохранению рыбной молоди, также была значительно расширена, по сравнению с устройством выращивания, построенным в 1976 г., оно было оборудовано дополнительными водозаборными и насосным оборудованием. К 1990 г., прибрежное устройство имело объем, достаточный для акклиматизации всей молоди форели, выращенной в пресноводных садках, согласно Программе. Мощности по содержанию и отращиванию рыбы большего размера до выпуска её в озеро Пирамид, все еще наращиваются.

Расширение Программе Садка форели по сравнению с прошлым двадцатилетием значительно увеличило ежегодное производство рыбы для выпуска в озеро Пирамид. При начальной мощности 2270 кг/год в 1978 г., производство увеличилось до 9090 кг/год в 1986 г., и до 55 000 кг/год в настоящее время. Воздействие увеличивающегося производства форели, выпущенной в озеро, в настоящее время оценивается прежде, чем пропускная способность будет увеличена. Исследования в конце 70-х годов установили, что озеро могло бы выдержать выпуск 227 000 кг/год форели. Эти исследования основывали свои результаты на том, сколько водорослей производило озеро и предполагали, что рост проходит через пищевую цепочку, которая заканчивается форелью. Однако недавнее изучение эвтрофикации, проводимое Университетом Калифорнии в Дэвисе и племенем, показало, что в настоящее время в озере производится намного меньше водорослей, чем в 70-х годах (Лебо и др., 1993 г.). Это могло бы означать, что способность озера к поддержанию форели могла быть ниже, чем предварительно предполагалось. Оценка выживания и роста запасов рыбы должна выполняться до любого дальнейшего расширения объема выращивания.

Управление Рыбоводством. Племя управляет рыбоводством озера Пирамид через отдел ресурсов службы Рыбной ловли озера Пирамид. В отношении форели, племя взяло на себя роль лидера в управлении ресурсами. Племя устанавливает даты для промысловых сезонов, пределы отлова, ограничения размера рыбы, и усиливает рыболовство. Отлов форели в озере Пирамид управляется как качественное рыболовство, со среднегодовой скоростью отлова в размере двух часов на одну рыбу и 10 процентов от отловленной рыбы, превышающих вес 2,5 кг. Конечная цель программы управления состоит в том, чтобы восстановить рыболовство в озере до исторического уровня. В идеале это будет выполнено при условии естественного воспроизводства популяции. Это выполнимо для куи-уи, но форель будет зависеть от продукции садка в течение обозримого будущего. Естественная среда обитания Траки слишком деградировала для того, чтобы поддерживать естественное воспроизводство форели. Даже когда среда обитания реки будет восстановлена, доступная среда обитания в бассейне Траки, составит долю того, что существовало в историческом времени. Установление любого уровня естественного воспроизводства форели как краткосрочная цель - амбициозная задача.

Состояние популяции форели в озере оценено Службой рыбного хозяйства озера Пирамид несколькими способами. Каждый год племя проводит перепись улова, чтобы оценить влияние отлова рыбы на популяцию озера и успехи рыбаков в отлове рыбы. Данные переписи улова обеспечивают также информацию относительно длины, веса и возраста рыбы в озере. В дополнение к ежегодной переписи улова, племя маркирует 15 % рыбы, выпускаемой каждый год из садка. Эта маркировка выполняется путем вставки проводка длиной 2 мм по группам рыб до выпуска. Это позволяет измерять возраст и рост отдельных групп форели после их отлова. И наконец, Служба рыбного хозяйства озера Пирамид проводит регулярные обзоры озерной популяции рыбы, что-

бы оценить видовой состав внутри озера, оценить пределы отлова и получить информацию о привычках питания.

Мониторинг качества воды. Племя начало программу мониторинга качества воды в озере в 1985 г. под управлением Службы рыбного хозяйства озера Пирамид. Предыдущие исследования озера изучали его химические и биологические свойства, но образцы отбирались спорадически, число и тип анализов определялись специально для индивидуальных проектов. Систематическая программа мониторинга, принятая племенем, включает отбор проб воды ежеквартально на трех станциях вокруг озера, с ежемесячным отбором проб в местах максимальной глубины воды. Текущий контроль включает физические показатели (температура, растворенный кислород, pH и электропроводность), химические (растворенные питательные вещества), и биологические (хлорофилл, отдельные виды питательных веществ и число зоопланктона).

После переутверждения Акта чистой воды в 1987 г., племя получило возможность расширить программу качества воды за счет финансирования, обеспечиваемого Управлением по охране окружающей среды США. Это было выполнено совместными усилиями с учеными из Университета Калифорнии в Дэвисе. Цели совместного изучения состояли в том, чтобы увеличить возможности племени в понимании питательных циклов работу и производство водорослей в озере Пирамид, а также разработать стандарты качества воды для поверхностных вод резервации. Эти цели достигнуты с описанием их результатов в ряде отчетов (Лебо и др., 1993 a, 1993 b, 1994 b). Стандарты качества воды озера Пирамид и низовий Траки начинают рассматриваться племенем. Кроме того, племя приняло на себя полный контроль над качеством воды озера Пирамид, начиная с января 1993 г.

Совместное изучение эвтрофикации, проводимое племенем и Дэвисовским Университетом, ясно показало, что азот является питательным элементом и регулятором роста водоросли в озере Пирамид. Предыдущие исследования озера описывали систему как азотнедостаточную (например, Сиглер и Кеннеди, 1978; Лебо и др., 1992), и изучение Дэвисовского университета обеспечило доказательства в поддержку этого вывода. Далее, вычисления баланса массы указали на прямую связь между ростом водорослей и скоростью поступления азота в поверхностные воды. Интересный вывод изучения сводится к тому, что внутренние процессы смешивания обеспечивают большинство общего поступления азота. Наоборот, результаты изучения эвтрофикации предположили, что концентрация фосфора в озере могла фактически регулироваться естественными процессами. Таким образом, изучение показало, что стратегия управления для регулирования роста водоросли в озере Пирамид должна сосредоточиться на вкладе азота скорее, чем фосфора. Результаты исследований Дэвисовского Университета - рекомендуемый уровень нагрузки азота на озеро, который будет обеспечивать достаточный рост растений, чтобы поддерживать процветание рыбоводства, но не чрезмерно, чтобы не исчерпать кислород из вод нижней части озера.

Восстановление реки. Племя приложило значительные усилия в течение прошлого десятилетия на восстановление низовий Траки как естественной среды обитания для Гигантской форели Лахонтена и других видов. Среда обитания Траки резко ухудшилась в результате понижения уровня канала, строительства сети каналов и осушения. Постепенно эти изменения создали естественную среду, непригодную для поддержания существующих популяций. Сейчас прилагаются усилия к разработке плана по восстановлению естественной среды обитания для форели и улучшить доступ к реке через дельту для взрослых куи-уи и форелей с целью нереста. Это огромная задача, учитывая уровень деградации, которая произошла с рекой и с речной системой.

Некоторая необходимая общая информация об условиях в низовьях реки доступна из отчетов прошлых исследований. Однако всесторонний план управления восстановлением еще не разработан.

В отсутствии всестороннего плана по реке, племя продвинулось вперед путем поощрения оздоровления береговой полосы. Одним из первичных препятствий на пути оздоровления в низовьях был выпас домашнего скота в пойме в течение зимы. Разработка процветающей прибрежной зоны низовий, таким образом, требует и поддержки растительности, и устранение ее нарушений. Восстановительные действия племени адресовались обоим аспектам проблемы. Уменьшение влияния домашнего скота, пасущегося на пойме, было выполнено через ограждение части поймы и обводнение отдельных ее участков для выпаса скота. В добавление, за бобров в системе выдавались премии, чтобы уменьшить давление, осуществляемое на прибрежную зону чрезмерной популяцией бобров. Племя усилило развитие прибрежной зоны посадкой деревьев вдоль реки на ряде “пилотных” участков.

Племя также стремилось идентифицировать и уменьшить источники поступления азота в низовья реки. Река Траки, также как озеро Пирамид, является азотнедостаточной системой с производством растительности, зависящей прежде всего от наличия азота (Брок и др., 1992). Чтобы идентифицировать площадные источники азота в низовьях и провести всестороннюю оценку, племя подписало контракт с учеными Дэвисовского Университета. Кроме того, был выполнен проект увлажненных земель, чтобы оценить эффективность проектируемых ветландов для удаления азота из водопритока в один из рыбных садков племени. Очистка воды садком эффективна, но из садка в реку все еще поступает приблизительно 19 л/с с общей концентрацией азота 3 мг/л. Проект ветландов - это региональный демонстрационный проект оценки эффективности низкочувствительной с низкими эксплуатационными расходами технологии удаления азота.

ВЫВОДЫ И БУДУЩИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Процесс восстановления и сохранения естественной среды обитания рыбы был мучительно медленным. Ни одно агентство не вступило в борьбу и не предложило систему решений множества водных проблем, воздействующих на исторические ресурсы племени. Полное изменение отношения к ресурсам озера, от эксплуатации до восстановления, заняло десятилетия. Никто не уступал что-нибудь без борьбы и, маловероятно, что процесс изменится. История племени Пайутов озера Пирамид - это сражение за возвращение права управлять ресурсами озера, история конкурирующих интересов в условиях недостаточности ресурсов.

Позиция племени значительно улучшилась за прошлое десятилетие, поскольку правительство США все более и более признавало и поддерживало их права. В настоящее время, признание племени Пайутов озера Пирамид правительством, принятие Акта по видам в опасности, доверительные обязанности Соединенных Штатов и принятое Соглашение дают племени инструмент для достижения цели восстановления ресурсов озера и низовий реки Траки. В поисках путей восстановления ресурсов своей малой родины, племя успешно использовало экспертизу различных академий, федеральных и государственных органов, чтобы обеспечить научное понимание. Проблемно была использована новая информация, для лучшего управления ресурсами озе-

ра Пирамид. Будущее выглядит обнадеживающим, но для достижения цели должна быть проделана большая работа.

БАССЕЙН ОЗЕРА СЭЛТОН СИ³

Возможность переноса оценки окружающей среды в бассейне озера Селтон Си, Калифорния и других орошаемых зонах на западе США на бассейн Аральского моря.

Р.Шредер, геологическая служба США,
Сан Диего 92123 США.

В 1983 г. был обнаружен высокий уровень смертности и уродства среди водоплавающих птиц в национальном заповеднике дикой природы долины Сан Хоакин (рис.1 стрелка на карте). Было установлено, что причиной этих явлений стала высокая концентрация селена в дренажном стоке из недавно мелиорированных обрабатываемых земель, который питает заказник (Олендорф и др. 1986). Источником селена было выветривание морских сланцев на западном борту долины (Прессер и Барнс 1984). В ответ на беспокойство по поводу аналогичных проблем, обусловленных ирригацией в других частях Запада США, Департамент внутренних дел начал осуществлять Национальную программу по качеству ирригационной воды (НПКИВ).

НАЦИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПО КАЧЕСТВУ ИРРИГАЦИОННОЙ ВОДЫ

В рамках Программы НПКИВ обследовано 26 участков (рис.2) в широком диапазоне потенциальных токсинов в дренажном стоке, включая около 50 неорганических элементов и все основные классы пестицидов (Фелтц и Энаберг 1994 г). Результаты каждого из 26 межведомственных исследований опубликованы в серии отчетов американской Геологической службы по изучению водных ресурсов. На основе этих предварительных результатов, были начаты детальные исследования в различных местах (рис.2), чтобы определить путь, каким токсины движутся через гидрологическую систему и накапливаются в высших трофических уровнях цепи питания. К настоящему времени данные химического анализа получены для 6000 проб воды, 800 образцов осадка и 9000 биологических разновидностей. Биологические разновидности включали, главным образом, растения, беспозвоночных, рыб и птиц, хотя было также проанализировано несколько сухопутных животных. Отдельные отчеты, которые будут обобщать результаты детальных исследований НПКИВ планировалось издать американским Департаментом внутренних дел и в виде журнальных статей в 1995 г.

³ The Aral Sea Basin edited by Philip P. Micklin and William D. Williams

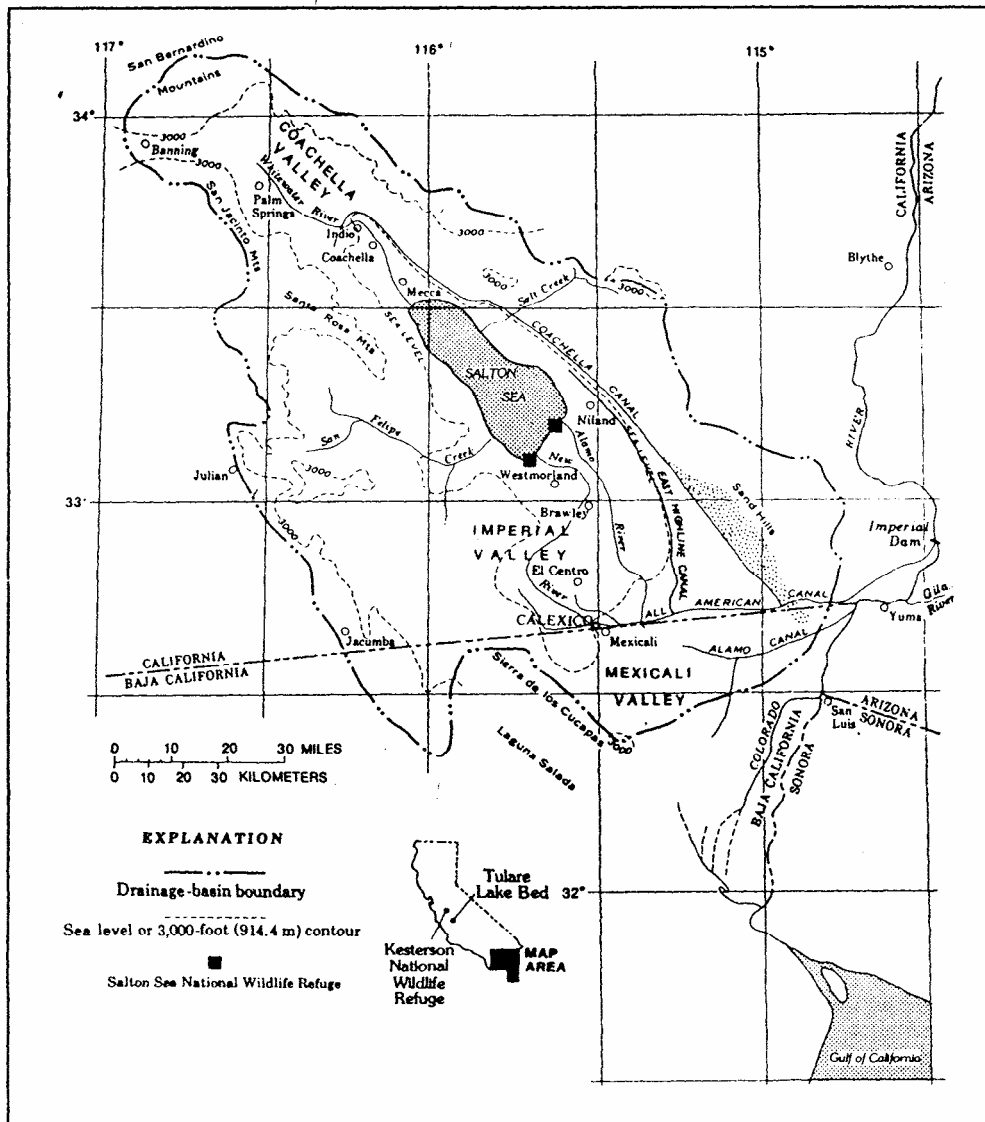


Рис. 1. Бассейн озера Сэлтон Си

БАССЕЙН ОЗЕРА СЭЛТОН СИ

В бассейне озера Сэлтон Си было выявлено несколько проблем качества воды (Сэтмир и др. 1990,1993). Пункт исследований ПИЭЭА- 4, рис.2).

В порядке убывания значимости для рыбных и животных ресурсов, это: засоление, селен, пестициды, питательные вещества, патогенны. Теплый климат и легкая доступность воды для орошения, поступающей самотеком из реки Колорадо через 130-километровый необлицованный канал Ол-Америка (рис.1), сделали засушливую долину Империял (осадки 70 мм/год) в бассейне озера Сэлтон Си одной из наиболее высокопроизводительных сельскохозяйственных областей США. Валовой доход от фермерства в долине Империял составляет, примерно, 1 000 000 000 \$ США. Использование воды реки Колорадо для орошения в южной части долины Империял на-

чато в 1901 г. Оросительный округ Империял (ООИ), самый большой национальный ирригационный округ, предоставляет около $3,5 \text{ км}^3$ воды ежегодно для орошения 2000 км^2 между Мексикой и южной оконечностью озера Сэлтон Си. Смонтировано около 53 000 км дренажных труб на глубине 2-3 м, чтобы избежать повреждения посевов, вызываемых засолением и заболачиванием в корневой зоне. Эти трубы транспортируют воду и растворенные соли в 2340-километровую сеть дренажных канав. Канавы, в свою очередь, несут эту дренажную воду, также как сбросную и ливневую (поверхностный сток) в реки Новая и Аламо, текущие на север, к озеру Сэлтон Си.

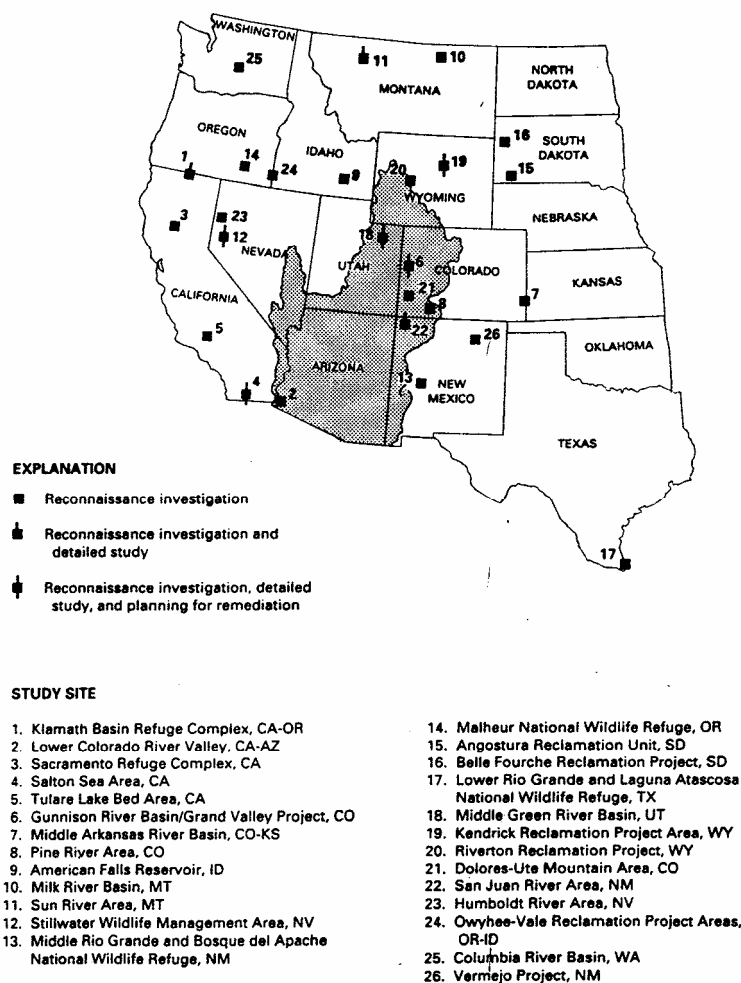


Рис. 2. Национальная программа по качеству ирригационной воды исследует области и бассейн реки штата Колорадо (затененная область).

СОЛЕННОСТЬ

Озеро Сэлтон Си является наиболее молодым в ряду озер, образованных в результате естественного течения реки Колорадо, гуляющей между заливом Калифорния и закрытым бассейном озера Сэлтон Си. Море образовалось в 1905 г., когда перестал действовать искусственный отвод. Это привело к тому, что река Колорадо прорезала

новое русло (река Новая) через бассейн озера Сэлтон Си. К тому времени, когда течение прекратилось, озеро поднялось от дна долины (отметка -81 м) до -61 м, затопив множество ферм. В 1925 г. в результате испарения, уровень воды в озере упал до -76 м, затем, постепенно в результате увеличения ирригации, сбросных вод из Мексики и ливневых стоков, уровень воды стал подниматься до -69, покрывая площадь в 1000 км².

В середине 20-х годов, из-за сильного испарения воды в озере, соленость достигла уровня морской воды, в результате чего погибли пресноводные рыбы, обитавшие в озере.

К 1980 г. соленость озера колебалась и увеличивалась умеренно благодаря увеличивающемуся притоку относительно свежей воды. Несмотря на то, что уровень озера и приток стабилизировались, соленость снова начала подниматься и достигла 45 г\л (табл.1). Соленость угрожает развитию рыболовства, базирующемуся на морской рыбе. Угрожающий рост солености может привести к тяжелым последствиям, особенно для птиц.

ХИМИЯ ДРЕНАЖНОЙ ВОДЫ: СЕЛЕН.

На тех участках долины Империял, где невысокий уровень воды препятствует стоку дренажной воды в канавы, вода из дренажной сети собирается в установленные в одном углу поля и находящиеся под надзором ООН отстойники. Из отстойника вода перекачивается в дренажную сеть. Более 500 таких отстойников уже задействованы, причем более чем из 100 были взяты пробы и использованы по программе ПЕЭА. В табл. 2 приведен интервал концентраций неорганических компонентов в этой дренажной воде. Селен относится к наиболее часто превышающим норму (5 мкг\л) компонентам, допустимую для пресноводной жизни. Концентрация селена во всех пробах дренажных вод была выше (интервал 3-300 мкг\л) чем концентрация (2 мкг\л), присутствующая в оросительной воде. Несмотря на очень широкий интервал концентраций было установлено, что массовое отношение селен\хлориды (Se/Cl) в дренажной воде (рис.3) примерно такое же, как отношение Se/Cl ($2,2 \times 10^{-5}$ в ирригационной воде (р.Колорадо), (Шредер и др. 1993 г). Поскольку наличие хлоридов в гидрологических системах постоянно, следует вывод, что образование высокого уровня селена в воде в долине Империял - результат процесса испарения более, чем выщелачивания. Возникновение морских сланцев, которые обнажены на разных участках бассейна реки Колорадо (границы бассейна показаны на рис.2), могут быть источником селена в реке Колорадо, являющейся источником ирригационной воды в долине Империял. В 10 % отстойниках концентрация селена была в 10 раз ниже ожидаемых. Данные химических и изотопных анализов показали, что удаление селена из воды обусловлено бактериями, поглощающими селен.

Таблица 1

Сравнение концентрации химикатов в озере Сэлтон Си и в морской воде (данные Шредера и др. 1993).

Компонент	Озеро Сэлтон Си	Морская вода
Проводимость (дс\м)	53.7	53.0
pH (стандарт. ед.)	8.7	8
Растворенные твердые веществ	43.7	34.2
δ Действие (перомиль)	-32	- 0
δ Кислород (перомиль)	-1	- 0
Аммиак (мг\л в виде N)	0/6	- 5
Органический азот (мг\л)	3.1	5
Нитраты (мг\л, в пересчете на азот)	< 0/1	- 5
Фосфор (мг\л как P)	0,06	0.06
Кальций (мг\л)	950	403
Магний (мг\л)	1.300	1.260
Натрий (мг\л)	11.000	10.500
Калий (мг\л)	220	390
Хлориды (мг\л)	17.000	18.900
Сульфаты (мг\л)	10.000	2.650
Кремний (мг\л в виде SiO ₂)	12	4
Щелочность м\г в пересчете на CaCO ₃	185	120
Алюминий (μ г\л)	50	2
Мышьяк (μ г\л)	9	3.7
Бор (μ г\л)	12.000	4.400
Бромид (μ г\л)	13	66
Железо (μ г\л)	340	2
Марганец (μ г\л)	80	0.2
Молибден (μ г\л)	6	10
Селен (μ г\л)	2	<1
Стронций (μ г\л)	3.400	7.700
Уран (μ г\л)	5.2	3.2

Таблица 2

Сравнение концентрации химикатов в отстойниках дренажной воды
и оросительной воды реки Колорадо из долины Империял
(данные Шредера и др. 1995)

Компонент	Оросительная вода	Дренажная вода:		
		высокий	низкий	средний
Расход воды (л\с)	-	24	<0.07	1.95
Проводимость (дс\м)	1.06	44	1.54	8.29
pH	8,3	7,7	6,7	7,2
Растворенные твердые. вещества (г\л)	0.692	32.5	1.1	4.855
δ Дейтерий (перомиль)	-102.5	-68.0	-103.5	-94.5
δ Кислород-18 (перомиль)	-12.90	-6.75	-12.95	-11.45
Аммиак (мг\л как N)	0.03	10	0.01	0.18
Нитраты (мл\г как N)	0.22	97	1.0	12
Органический углерод (мл\г)	3.2	16	0.4	9.8
Кальций (мл\г)	76	700	90	310
Магний (мл\г)	29	1.100	42	330
Натрий (мл\г)	110	8.100	160	2,000
Калий (мл\г)	4.3	64	3.2	19
Хлориды (мл\г)	92	14,000	130	1,200
Сульфаты (мл\г)	270	7,100	420	3,000
Кремний (мл\г как SiO ₂)	10	25	11	15.5
Щелочность (мл\г как CaCO ₃)	145	1.150	191	383
Фтор (мл\г)	0.3	1.6	0.2	0.5
Алюминий (μ г\л)	<10	2210	<10	30
Мышьяк (μ г\л)	2	4	1	2
Бор (μ г\л)	140	5,600	230	1,700
Бромиды (μ г\л)	~ 0.068	20	0.1	1
Железо (μ г\л)	5	1,500	10	110
Литий (μ г\л)	48	1,900	130	610
Марганец (μ г\л)	2	9,500	20	80
Молибден (μ г\л)	5	65	9	18
Селен (μ г\л)	2	300	3	24
Стронций (μ г\л)	1,100	35,000	2,300	12,000
Уран (μ г\л)	22	680	21	140
Ванадий (μ г\л)	-	200	3	38

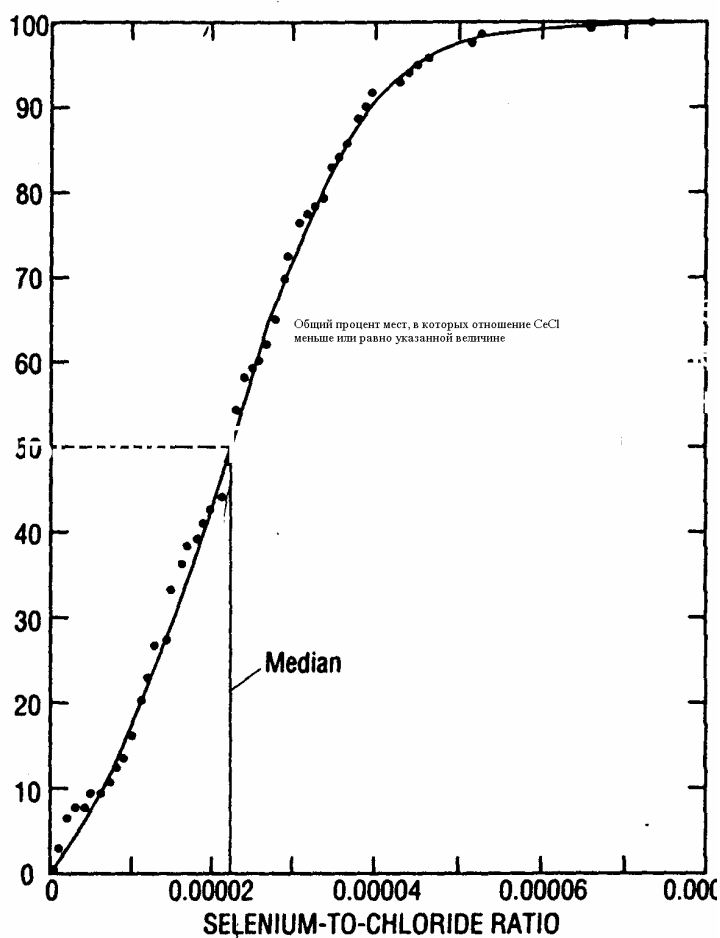


Рис. 3. Массовое соотношение Se/Cl в дренажной воде из отстойников в долине Империял (Сетмир и др., 1993).

Этот биологический процесс также удаляет селен из анаэробных осадков на дне озера Сэлтон Си (Шредер и др. 1988), что обуславливает низкую концентрацию $1 \mu\text{g/l}$, несмотря на то, что в водах рек Новая и Аламо содержится, соответственно 4 и $8 \mu\text{g/l}$ и $3 \mu\text{g/l}$ в осадках центральной части дна озера Сэлтон Си. Селен в осадках остается доступным до высших трофических уровней в воде, это видно из определения его концентраций в тканях разных организмов (рис.4 А). Хотя уровень селена в точках цепи питания высокий (рис. 4 А,В) и повышенные его концентрации были обнаружены в печени и яйцах водоплавающих птиц (исследования НПКИВ), здесь не были найдены подтверждения серьезных отрицательных эффектов, имевших место в Кестертоне и обнаруженных в ходе исследования на озере Туларе (исследования НПКИВ, пункт 5, рис 2) (Шредер и др. 1988). Тем не менее, Департаментом здоровья округа Империял рекомендовано строгое ограничение потребления рыбы из озера Сэлтон Си и из окружающих дренажных каналов. Эта рекомендация основывается не только на высоком содержании метаболитов DDT, но и наличием селена прежде всего.

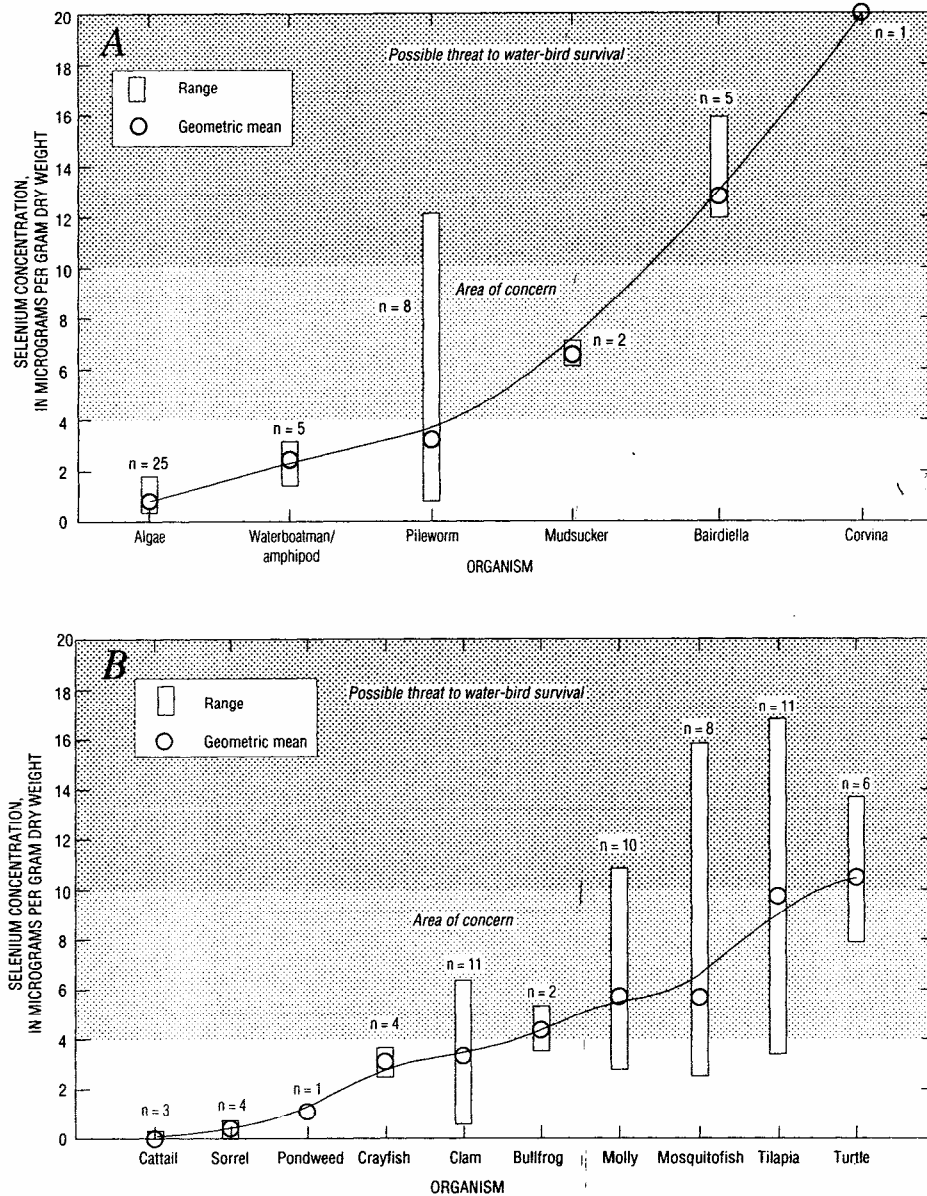


Рис. 4. Концентрация селена в цепи питания организмов озера Сэлтон Си (А), рек и дрен в долине Империял (В) и пищевой порог отрицательных эффектов на водных птиц (по Сейтмару и др.1993)

Необъяснимая гибель 150000 чомги (*Podiceps nigricollis*), зимой 1981 - 1992 гг., послужила поводом для проведения исследований единичных проб из 11 участков в долине Империял и озере Сэлтон Си по широкому спектру пестицидов. Отдельные результаты исследований по рекам Новая и Аламо на выходе из озера Сэлтон Си приведены в табл.3.

Поскольку все пестициды, кроме одного (DDE) широко используются в долине Империял, считается, что указанные концентрации совершенно типичны, впрочем, для подтверждения необходим более частый отбор проб. Присутствие пестицидов в сбросной воде (избыточный поверхностный сток из ирригационной сети) и их отсутствие в дренажной воде указывает на то, что поверхностные стоки с полей являются причиной поступления пестицидов в дренажные каналы и реки (Экклес, 1979).

Концентрации наиболее широко используемых в долине Империял, пестицидов приближается к предельно допустимым, хотя исследования, проведенные в рамках НПКИВ, являются недостаточными.

Таблица 3

Избранные результаты анализов с использованием метода твердо- фазной экстракции 50 пестицидов, представляющих несколько основных классов в реках Новая и Аламо у выхода из озера Сэлтон Си ,1992 г.

Общее название	Коммерческий синоним	Класс пестицидов	Функция пестицидов	Река Новая	Река Аламо
				нанограм\л	
ЕРТС	Эптан	Тиокарбомат	Гербицид	56	420
Трифуралин	Трефлан	Нитроанал	Гербицид	14	140
Симазин	Принсеп	Триазин	Гербицид	48	290
Карбофуран	Фурадан	Карбомат	Инсектид	160	240
Диазинон	Спектрацид	Органофосфат	Инсектид	150	280
ДСРА	Дактал	Арилалли-фатическая кислота	Гербицид	30	50
DDE ⁴	Метаболит DDT	Органохлорид	Инсектид	5	8

Таблица 4

Частота нахождения и интервал концентрации органохлористых пестицидов в биологических образцах из озера Сэлтон Си и долины Империял, 1986-90 гг. (Шредер и др. 1993, Сейтмар и др. 1993)

Пестицид	Процент образцов с установленным остатком пестицидов	Интервал концентраций (μ г\л чистый вес)
Оксихлоран	36	< 0.01-0.64
альфа - хлордан	14	< 0.01-0.24
гамма - хлордан	3	< 0.01-0.08
cis- наохлор	3	< 0.01-11
транс-ноахлор	20	< 0.01-0.29
Гептахлор	0	< 0.01
Гептохлор эпоксид	19	< 0.01-0.06
Метоксихлор	27	< 0.01-0.03
DDT+DDE+DDD	96	< 0.01-22
Зндрин	3	< 0.01-0.03
Диэлдрин	60	< 0.01-0.85

⁴ Анализировано методом жидкофазной экстракции

Пестицид	Процент образцов с установленным остатком пестицидов	Интервал концентраций (μ г\л чистый вес)
Алдрин	3	< 0.01-0.01
альфа - ВНС ⁵	0	< 0.01
бетта - ВНС ⁵	36	< 0.01-0.36
гамма-ВНС (линдан) ⁵	0	< 0.01
дельта-ВНС ⁵	1	< 0.01-0.05
Гексохлорбензол	45	< 0.01-2.9
Эндосульфан 1	9	< 0.01-0.01
Эндосульфан 2	9	< 0.01-0.02
Эндосульфан сульфат	9	< 0.01-0.02
Мирекс	2	< 0.01-0.04
ДСРА	64	< 0.01-0.32
Дикофол	0	< 0.01
Тетрадифон	0	< 0.01
Токсофен	8	< 0.01-7.0

Огромное значение для сохранения рыб и других животных имеет присутствие "долгоживущего" пестицида DDT и продуктов его распада (DDE и DDD). 20 лет назад DDT был запрещен для использования в США, несмотря на это, остатки DDT были обнаружены в 96 из 269 биологических образцов (табл.4). Около 75 % этих образцов составили мигрирующие и постоянно обитающие птицы (сердце, печень, яйца), 10 % - рыбы и беспозвоночные, остальное составляли рептилии, амфибии и окружающая и микрофлора. Общее содержание DDT состоящее из продуктов распада и из небольшого количества исходного сохранившегося DDT, в рыбе и птицах из озера Сэлтон Си и прилегающих площадей бассейна реки Колорадо являются самыми высокими в стране, а исследования в рамках НПКИВ показали, что возможны такие вредные эффекты, как утоньшение скорлупы яиц.

⁵ Различные изомеры гексохлоргексана из которых только гамма - изомер (lindane) обладает инсектицидной активностью.

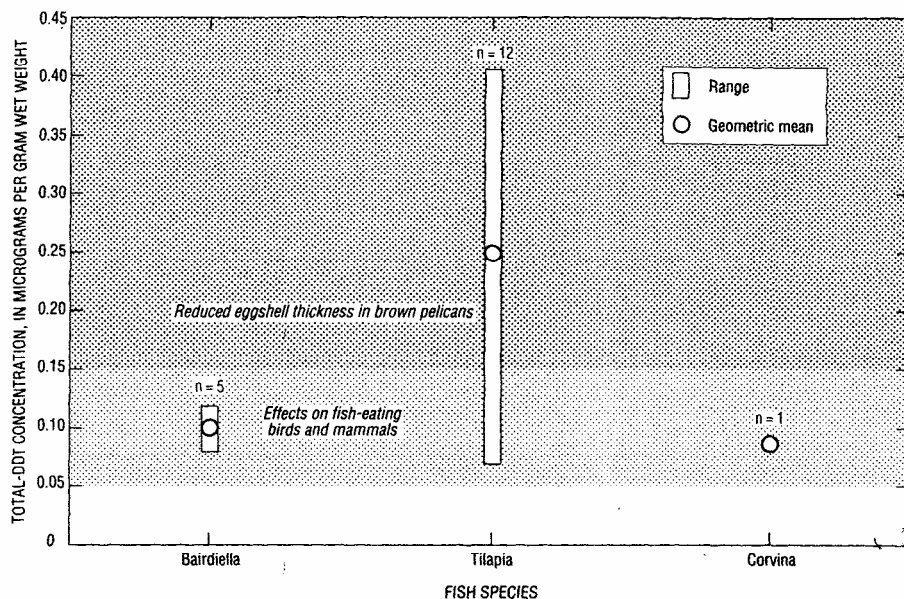


Рис. 5. Концентрация DDT + метаболиты для 3-х видов рыб из озера Сэлтон Си и предельная норма для птиц, питающихся рыбой и млекопитающих (по Сэтмиру 1993)

Постоянное присутствие DDT и продуктов его распада в окружающей среде (см. рис.5) подтверждает пространственные связи (сравнение тенденций в верхнем и нижнем течении) средней концентрации DDT, растворенного в воде и измеренной в реках Новая и Аламо в 1969-70 гг., когда использование DDT еще не было запрещено, сохранились в виде продуктов распада DDT (DDE + DDD), концентрации которых были измерены в образцах осадка из рек Новая и Аламо в 1986 г., т.е. через 14 лет после того, как использование DDT было запрещено (Сэтмир 1990). Очевидно, что ни обычная очистка дренажных каналов, ни циклы размыва и осаждения в речных руслах недостаточны для изменения этого положения. Результаты исследований дают основания предполагать, что поля, на которых 20 лет назад использовался DDT, продолжают быть его основным источником.

ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Широкое использование удобрений приводит к тому, что концентрация нитратов в виде азота, превышает максимальный допустимый уровень загрязнений 10 мг\л (45 мг\л в виде нитрата) в поверхностных и грунтовых водах во многих местах долины Империял. Средняя концентрация нитратного азота в дренажной воде составляет 12 мг\л (табл.2). Вода из этих источников непригодна для приготовления пищи (независимо от концентрации нитратов) из-за высокого содержания солей, вся вода для бытовых нужд используется прямо из реки Колорадо через питающие каналы. Сравнение среднего уровня содержания азота (табл 5) в отобранных ежемесячных пробах из рек Новая и Аламо в 1969-70 гг. и в 1988-89 гг. показывает сравнительное влияние сельского хозяйства и муниципальных сточных вод. Данные проводимых исследований показы-

вают, что в то время как содержание солей в реках Новая и Аламо уменьшается в этот период, отражая соответствующее уменьшение солености воды реки Колорадо, питающей долину Империл и смежную область Мексики, концентрация нитратного азота увеличилась почти на 2 мг\л, в местах их впадения в озеро Сэлтон Си. Так как река Аламо почти полностью пополняется дренажным стоком в долину Империл, повышение концентраций очевидно происходит за счет применения удобрений. Что касается реки Новая, которая получает воды из быстро растущего Мехико (рис.1), можно предположить, что повышение концентрации аммиака сопоставимо с воздействием дренажных вод.

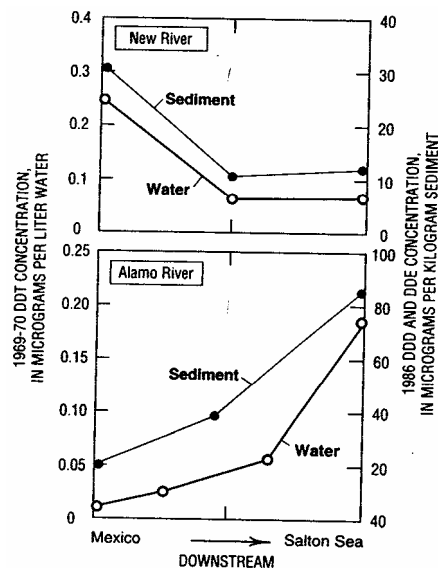


Рис. 6. Изменение концентрации DDT в воде вниз по течению (1960-70) и концентрации DDD + DDE в седименте (1980) для рек Новая и Аламо

Таблица 5

Сравнение средних уровней содержания азота в 1969 - 70 (Ирвин 1971) и 1988 - 89 (Шредер 1993) для поверхностных вод в долине Империл.

Компонент	Год	Река Колорадо	Река Аламо на входе в озеро Сэлтон Си	Река Новая на входе в озер Сэлтон Си	Река Новая у границы США\Мексика
Проводимость (dS\m)	1969-70	1.40	3.67	5,87	7.48
Нитраты мг\л в пересчете на азот	1969-70	0.38	6.7	3.1	0.29
	1988-89	0.22	8.4	4.9	0.27
Аммиак мг\л в пересчете на азот	1969-70	< 0.1	2.0	0.9	2.0
	1988-89	0.03	0.9	2.5	3.8

Вода в озере Сэлтон Си богата содержанием азота и фосфора, благодаря высокому уровню содержания их в воде впадающих в море рек, что обеспечивает продуктивное рыболовство и привлекает птиц, но это также приводит к нежелательному цветению водорослей, неприятному запаху, гибели рыб из-за недостатка кислорода в воде в летние месяцы, сопровождающемуся переходом во взвешенное состояние донного осадка.

ПАТОГЕНЫ

Патогенные микроорганизмы, вызывающие холеру и ботулизм или другие болезни считались основной причиной гибели вышеупомянутых 150000 чомги, хотя токсикологи службы рыбоводства и охраны животных США исключили эти патогены, как источники болезней. Эпидемии болезней, связанные с этими микроорганизмами известны, хотя прямой взаимосвязи с элементами дренажного стока и плохой практикой распределения этого стока не обнаружено.

Река Новая названа некоторыми специалистами наиболее загрязненной рекой в США. Традиционный мониторинг качества воды в этой реке Геологической службой США был прекращен в начале 80-х годов в связи с благополучной обстановкой, но отдельные пробы продолжают отбираться в рамках исследований НПКИВ. Река Новая получает необработанные и недообработанные сточные воды, примерно, от 1000000 населения Мехико. Многие человеческие патогены обнаружены в реке. Впрочем, почти полное отсутствие жизнедеятельности двух характерных бактерий (фекальных колиформ и фекального стрептококка) было установлено в течение 3-х дней, необходимых для того чтобы вода прошла из бескислородных условий на международной границе в хорошо аэрируемые условия на выходе из озера Сэлтон Си. То, что вся человеческая деятельность происходит в центральных и северных районах озера Сэлтон Си, еще более уменьшает вредное влияние реки Новой. Вполне доказуемо, что сточные воды в реке Новая создают даже благоприятные условия для рыб и других животных, т.к. концентрация селена в ней (примерно 4мг\л) составляет около половины того, что имеется в реке Аламо, которая получает основное питание за счет дренажного стока в пределах долины Империял.

СКОРОСТЬ ВОДООБМЕНА

Любая оценка исторических и планируемых тенденций загрязнения селеном площади озера Сэлтон Си, требует определенного времени, необходимого для движения воды через гидрологическую систему. 2.200-километровая река Колорадо, среднегодовой расход которой составляет 17 км³, содержит примерно 5 таких объемов в водохранилищах, в основном в озерах Пауэлл, Мид за Глен-Каньоном и плотиной Боулдер (Гувер). Сравнение концентраций трития, образующегося при испытании атомных бомб в дренажной воде и исторических концентраций в ирригационной воде (р. Колорадо у своего отвода возле плотины Империял в канале Ол-Америка) показывает, что нужно около 5 лет (в среднем) для прохождения дренажной воды через почву и стока по закрытым дренам в отстойники (Майкл и Шредер 1994). Интервал концентраций в дренажной воде ко времени отбора образцов составлял 26.7-59.0 TU (затем-

ненная вставка на рис.7). Эти величины соответствуют (с поправкой на распад) концентрации трития в ирригационной воде р. Колорадо между 1979-1988 гг. (темные кружки на рис.7). Объем воды озера Сэлтон Си превышает в 5 раз объем $1,7 \text{ км}^3$ годового стока в море (из рек Новая и Аламо). Соответственно временный тренд уровня загрязнения селеном в области озера Сэлтон Си можно различить только в масштабе десятилетий.

СТОИМОСТЬ ОЗДОРОВЛЕНИЯ СИТУАЦИИ

НПКИВ недавно начала мероприятия по оценке оздоровления и облегчения сложившейся ситуации на 2-х участках: бассейне реки Мидл Грин, штат Юта и области Кендрик, штат Вайоминг (участки 18 и 19 на рис.2). Оба этих участка обладают высоким уровнем содержания селена на площади около 10 км^2 и стоимость очистки составляет около 10 000 000 $\text{американских долларов}$ США. Для каждого участка в Кестертонском национальном заказнике, где площадь загрязнения сопоставима, на Программу дренажа долины Сан Хоакин было затрачено около 60 000 000 $\text{американских долларов}$ США. Эти и другие сметные затраты, необходимые для выполнения Акта об охране вымирающих животных и Акта о мигрирующих птицах, очевидно не реальны, когда речь идет о площади озера Сэлтон Си, которая в 100 раз больше.

Постройка дамб для контроля солености (отделения и осушки части моря) или откачки воды за пределы бассейна стоила бы более 100 000 000 $\text{американских долларов}$ США в течение 20 лет, а такие затраты, по мнению автора, маловероятны. Более приемлемо предложение об улучшении условий обитания морских животных у устья рек Новая и Аламо в Национальном заказнике озера Сэлтон Си (расположение заказника показано на рис.1) и создания мест обитания в других частях долины Империял.

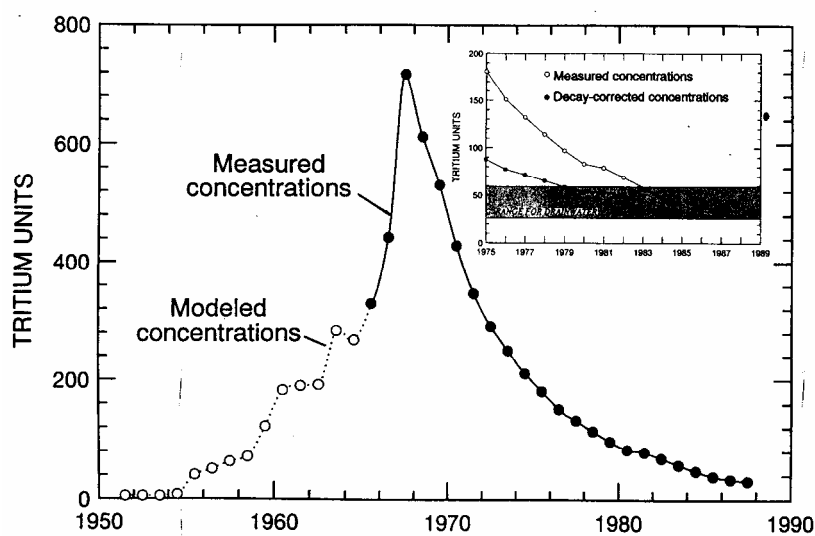


Рис. 7. Среднегодовая концентрация трития в низовьях р. Колорадо и интервал концентраций, с учетом распада (затемненная область на вставке) в дренажных водах долины Империял (по Майклу и Шредеру в печати).

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПЫТА ИССЛЕДОВАНИЙ В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Результаты детальных исследований дают надежду на их использование для оценки и решения проблем качества воды, связанные с ирригацией, в других местах, включая бассейн Аральского моря. Из 26 пунктов НПКИВ, бассейн озера Сэлтон Си является наиболее близким аналогом бассейна Аральского моря, частично потому, что оба они являются значительными по размерам бассейнами в аридной среде. В то же время есть различия, особенно, в размерах. Аральское море в 40 раз больше и содержит в 50 раз больше воды чем озеро Сэлтон Си. Действительно, даже р. Колорадо со смежными орошаемыми землями меньше площади бассейна Аральского моря в 2 раза, средний естественный сток рек Амударья и Сырдарья превышает сток р. Колорадо в 6 раз, а площадь орошаемых земель - в 7 раз.

НПКИВ определила несколько областей, где существуют проблемы качества воды, связанные с ирригацией в бассейна реки Колорадо, однако всесторонняя оценка бассейна в целом не была сделана.

Поскольку эти два бассейна аналогичны, необходимо провести исследования окружающей среды на выбранных участках бассейна Аральского моря, которые включали бы не только экологически чувствительные площади нижнего течения дельт рек и самого Аральского моря, но и области вверх по течению, где имеет место, основная деятельность по орошению земель. Необходим отбор небольшого числа представительных образцов воды, осадка и биологических образцов и их анализ на редкие элементы и пестициды. Такие данные могут быть использованы не только для оценки окружающей среды, но и для оценки степени риска от воздействия на человеческий организм химических токсинов.

Учитывая высокую стоимость оздоровления, максимализация экономической выгоды от ирригации должна быть преобладающей движущей силой для изменения практики орошения.

Подобно оздоровлению окружающей среды озера Сэлтон Си путем скромных мер по охране и увеличению числа обитателей дельты, возможно заселение Аральского моря рыбами, устойчивых к соленой воде, если уровень этой воды и соленость (сейчас примерно равная солености морской воды) могут быть стабилизированы. Необходимо также улучшить практику размещения дренажного стока в местах размещения отдельных ирригационных проектов

КОМИССИЯ БАССЕЙНА МЮРРЕЙ-ДАРЛИНГ И ЕЕ ИНИЦИАТИВА



В бассейне Мюррей-Дарлинг осуществляется совместная деятельность правительств Содружества⁶, штатов Новый Южный Уэльс, Квинсленд, Южная Австралия и Виктория по выполнению *Инициативы бассейна Мюррей-Дарлинг*, которая содействует и координирует планирование и управление стабильным использованием земельных, водных ресурсов и ресурсов окружающей среды.

Организацией, ответственной за координацию усилий всех правительств и обществ, участвующих в управлении бассейном, является Комиссия бассейна Мюррей-Дарлинг (КБМД). КБМД работает при Министерском совете бассейна Мюррей-Дарлинг, который объединяет министров земельных, водных ресурсов и окружающей среды различных правительств бассейна. Консультативный комитет общества был создан для обеспечения взаимосвязи между Министерским советом и общиной бассейна. Под руководством Министерского совета КБМД скоординировала введение *Инициативы бассейна Мюррей-Дарлинг*, которая является самой большой в мире интегрированной программой управления водосбором, охватывающей площадь более чем в 1 млн. км².

Достижения Инициативы включают:

Соглашение по совместному управлению бассейном Мюррей-Дарлинг, при одобрении правительств Содружества, штатов Новый Южный Уэльс, Квинсленд, Южная Австралия и Виктория.

Стратегия управления природными ресурсами (СУБР), которая оказывает поддержку межгосударственному сотрудничеству в исследованиях и разработке программ управления.

Стратегия по дренажу и засолению долин рек Мюррей и Муррумбиджи. Впервые правительства австралийских штатов договорились решать специфическую проблему окружающей среды посредством совместных усилий вне границ.

Всесторонняя долгосрочная образовательная программа, разработанная для содействия развитию активного и осведомленного в экологическом плане общины бассейна, которое может находить и реализовывать решения различных проблем, поступающих снизу вверх, при поддержке правительств и помощи экспертизы, поступающей из целого ряда источников.

Создание карты ресурсов грунтовых вод южной части бассейна для оказания помощи региональному планированию и стратегии сохранения растительности.

⁶ Под содружеством в Австралии понимается федеральное устройство страны, как добровольное соединение штатов.

Стратегия управления контролем над вспышками цветения сине-зеленых водорослей.

Стратегии управления рыбозаведением и ветландами.

Интегрированные планы управления лесными пойменными экосистемами Човилла и Бармах-Миллева, которые пересекают границы штатов.

В первые годы осуществления *Инициативы* основное внимание было сконцентрировано на оказании помощи ее участникам в ознакомлении с принципами интегрированного управления водосбором и разработке совместных общественных и правительственных структур. Вовлечение в этот процесс привело к тому, что стало необходимо отойти от подхода, распределяющего имеющиеся ресурсы поровну между регионами, и принять новый стратегический подход, концентрирующий ресурсы в районах с наибольшей потребностью в этом. Наблюдалось также постоянное предпочтение индивидуальным проектам разработки и выполнения стратегических, широкомасштабных интегрированных планов управления водосбором.

Ключевым положением *Инициативы* является Стратегия управления природными ресурсами (СУПР), которая была разработана в 1989 г. для обеспечения философской и организационной структуры, в рамках которой правительства и общины бассейна могли бы координировать свою работу.

СУПР была разработана для того, чтобы добиться правильного и эффективного использования в бассейне земельных, водных ресурсов и окружающей среды и направлена на:

сохранение и улучшение качества воды и обеспечение адекватного водоснабжения, сбалансированного между всеми видами использования водных ресурсов;

контроль и, где это возможно, прекращение ухудшения состояния земельных ресурсов;

защита и, в некоторых случаях, восстановление окружающей среды;

сохранение культурного наследия;

ЗНАЧИМОСТЬ БАССЕЙНА

СОЦИАЛЬНАЯ

Бассейн заселяют 1,8 млн. чел. Еще один миллион человек, живущих вне бассейна, во многом зависят от его водных ресурсов. Бассейн также имеет ряд районов большого культурного значения. Озеро Мунго, одна из самых важных мировых археологических достопримечательностей; золотые прииски, чьи рабочие были главной силой на пути к демократии; бушевые земли Патерсон и Лаусон, где родилась “Австралийская легенда” - вот только три примера, показывающих национальное значение бассейна.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ⁷

Сельское хозяйство: более 40 % общенационального дохода \$ 8,5 млрд.

Производство в бассейне \$ 10,75 млрд (70 % зависит от сельского хозяйства).

Рудники \$ 1,66 млрд.

Туризм \$ 3,44 млрд.

⁷ Цифры показывают стоимость продукции в год.

Производство в Аделаиде \$ 12,3 млрд (сильно зависит от водных ресурсов бассейна).

Производство в Южно-австралийском железорудном треугольнике \$1 млрд (полностью зависимо)

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Бассейн включает большое количество разнообразных ландшафтов и природных зон, от австралийских Альп до полупустынь к западу от р. Дарлинг. Из 30 000 бассейновых ветландов восемь названы Конвенцией Рамсар ветландами “международного значения”. Ко времени европейского заселения биологические виды включали 2000 видов растений, 85 видов млекопитающих, 367 видов пернатых, 151 вид рептилий, 24 вида жаб и 26 видов рыб. Несмотря на то, что некоторые виды исчезли, а некоторые стали редкими, биологическое разнообразие региона делает его одним из самых значимых в Австралии.

БАССЕЙН

Бассейн рек Мюррей-Дарлинг охватывает территорию более 1 млн км² - что является, фактически, всей территорией юго-восточной Австралии, и примерно одной седьмой всего континента. Бассейн является наиболее важным национальным сельскохозяйственным регионом, природное разнообразие которого имеет общенациональное значение. Более двадцати крупных рек протекают по территории бассейна, превращаясь из стремительных узких потоков, начинающихся у Великого горного раздела, в реки, медленно несущие свои воды через обширные поймы юго-восточной Австралии. Речная система является одной из самых длинных в мире, охватывающей район длиной 1450 км и шириной 1000 км, простирающейся от Гулвы до Тувумбы. Бассейн охватывает три четверти территории штата Новый Южный Уэльс, 15 % территории штата Квинсленд и 7 % территории штата Южная Австралия. Бассейн также включает всю территорию столицы Австралии Канберры, наибольшего населенного пункта бассейна. Всего около 2 млн. человек живут на территории бассейна, большое количество людей вне бассейна пользуются его ресурсами, включая более 1,25 млн. человек, населяющих Аделаиду, полуостров Йорк и Железный треугольник, зависящие в большой степени от воды, подающейся по трубопроводам из р. Мюррей.

Бассейн Мюррей-Дарлинг имеет жизненно важное значение для национальной экономики. Годовая ценность его первичного и вторичного производства - 10 000 млрд. долларов США, которые вместе со взаимосвязанными компонентами экономики оцениваются в 30-40 % валового продукта австралийской промышленности, основанной на природных ресурсах. Шерсть, пшеница, баранина, рогатый скот, молочные продукты, хлопок, рис, масличные, вино, а также фрукты и овощи производятся в бассейне Мюррей-Дарлинг и поставляются на внутренний и внешний рынки. Половина австралийских возделываемых земель расположены в бассейне, половина поголовья овец и четверть поголовья мясного и молочного рогатого скота производится здесь. Бассейн также содержит три четверти орошаемых земель (1,2 млн. га), на которых выращивается примерно 90 % национальных орошаемых полевых культур, 80 % пастбищного корма и люцерны, 70 % фруктов и 25 % овощей. Все это означает, что австралийская нация во многом зависит от бассейна, и эта зависимость сказывается не только на национальной “продовольственной корзине”.

Реки Мюррей, Мурумбиджи и Дарлинг являлись эффективными внутренними водными магистралями. С 1850-х гг. большое количество пароходов курсировали по узким и извилистым водным путям, снабжая станции и города необходимыми продуктами и возвращаясь нагруженными шерстью и другими товарами на рынки Аделаиды и Мельбурна. К 1893 г., пионеры достигли Мунгинди на границе штата Квинсленд, проплыв на пароходе невероятное расстояние в 6 700 км по речной системе Мюррей-Дарлинг.

Район к западу от гор и люди, для которых он стал домом, стали героями многих австралийских песен, поэм и баллад. Этот регион способствовал возникновению у людей таких черт характера, как находчивость и независимость, а также доброй части достоинств и черт, которые часто называют “типично австралийскими”.

КЛИМАТ И РЕЛЬЕФ

В бассейне Мюррей-Дарлинг можно найти большое количество климатических зон, от гор до пустынь, среди которых прохладные и влажные районы восточных высокогорий, районы умеренного климата на юге, внутренние субтропики севера, жаркие и сухие районы запада. Такое многообразие отражает широкий спектр флоры, фауны, почв и земельного использования в бассейне.

Рельеф бассейна главным образом равнинный, с подъемом к Великому Горному разделу с его восточной и южной сторон. Эти предгорные районы не являются горными по мировым стандартам, хотя гора Косциуско, самая высокая вершина Австралии, достигает 2228 м над уровнем моря. Площадью водосбора бассейна является удивительно небольшая часть его общей площади, при том, что 86% бассейна фактически ничего не дают системе. Большая часть водотока, который достигает нижнего течения р. Мюррей, появляется в результате стока со Снежных Гор на юго-востоке.

РЕКИ

Истоки текущих на запад рек Лачлан и Маквари были открыты европейскими поселенцами вскоре после первого перехода Голубых гор в 1815 г. Открытие вызвало предположение о наличии большого внутреннего моря. Эта “загадка рек” оставалась неразрешенной, несмотря на осуществление экспедиции Чарльза Стюарта во внутренние земли 1828-1839 гг., когда он открыл самую длинную реку Австралии Дарлинг, и проследил течения рек Мурумбиджи и Мюррей. Миф о существовании внутреннего моря оставался в течение примерно 20 лет и был наконец опровергнут в начале 1830-х гг., когда исследователем Митчелом было установлено, что сеть текущих на запад рек на самом деле впадают в речную систему Мюррей-Дарлинг и в конечном счете текут на юг в океан.

Использование водных ресурсов бассейна способствовало экономическому развитию многих районов, начиная от влажных прибрежных окраин и высокогорных районов на юго-востоке до огромных территорий внутренних земель Австралии. На сегодняшний день бассейн снабжает водой 16 городов, включая Аделаиду и Канберру, а также обеспечивает сельскохозяйственное водоснабжение штатов Новый Южный Уэльс, Виктория, Квинсленд и Южная Австралия.

Самая большая длина реки в бассейне достигает 3750 км от истока Кондалмайн, расположенному немногим более 100 км к юго-западу от Брисбейна, до устья Мюррей,

недалеко от Аделаиды. Дарлинг - самая длинная река Австралии и тринадцатая по длине в мире, ее протяженность составляет 2740 км. Река Мюррей, также одна из самых длинных рек мира, имеет длину более 2500 км.

ИСТОРИЯ

Попытки скоординировать управление и разработку ресурсов бассейна Мюррей-Дарлинг продолжались по крайней мере с 1863 г. В этом году была организована конференция между представителями штатов Новый Южный Уэльс, Виктория и Южная Австралия по обсуждению возможностей улучшения судоходства внутренней речной системы. В атмосфере ограниченности интересов и высокомерия, которая превалировала в колониях в то время, единственным результатом той первой встречи было общее согласие о том “торговля, население и благосостояние Австралии может стабильно развиваться при использовании великих рек внутренних земель”.

Судоходство в системе Мюррей-Дарлинг началось на р. Мюррей в 1853 г., и затем последовал период процветания речной торговли, в течение которого пароходы ходили по рекам Мюррей, Мурумбиджи и Дарлинг. Это стало решающим фактором для дальнейшего освоения внутренних земель. Для поселенцев внутренних земель водные ресурсы часто становились причиной успеха или провала. В своем природном состоянии Мюррей была чрезвычайно ненадежна, ее водосток часто сокращался до небольшого ручья в засушливые годы, а иногда и пересыхал в некоторых местах. Это обстоятельство, а также тот факт, что соглашения по вододелению между тремя колониями не содействовало, а сдерживало развитие региона и его интенсивное заселение. В 80-х годах, вместе с первыми широкомасштабными водозаборами из р. Мюррей в ирригационных целях стало ясно, что необходимы объединенные меры по управлению водными ресурсами. Новые требования водоснабжения вызвали конфликт между ирригационными и судоходными интересами; Южная Австралия, в частности, проигрывала в любом случае, так как зависела и от судоходной торговли, и от водоснабжения, получаемого от р. Мюррей.

После ряда засушливых лет с 1895 по 1902 гг. стала ясна необходимость защиты региона от засух для его дальнейшего развития. Вскоре после создания Федерации были проведены общественные собрания, целью которых было заставить правительства и политиков осознать необходимость заключения соглашения по речному управлению и разделению воды. К счастью, дух патриотизма того времени способствовал тому, что участники спора между штатами стали более сговорчивыми. Конференция по сохранению водных ресурсов в Коррове в 1902 г. способствовала выходу на прямой путь, ведущий к созданию рабочего соглашения между штатами и Содружеством.

ПЕРВОЕ СОГЛАШЕНИЕ

Согласно *Соглашению по водным ресурсам р. Мюррей*, подписанному в сентябре 1914 г., была сформирована комиссия р. Мюррей. Эта новая структура состояла из представителей штатов Новый Южный Уэльс, Южная Австралия, Виктория и Содружества. Ее главной обязанностью было строительство водохранилищ, плотин и шлюзов для обеспечения вододеления, экономного использования и развития водных ресурсов р. Мюррей, а также обеспечение надежного водоснабжения. Учитывая ситуа-

цию того времени, речное регулирование рассматривалось наиболее важной проблемой, разрешение которой было необходимо для обеспечения водоснабжения населенных пунктов, дальнейшего развития и увеличения благосостояния; поэтому любые возможные экономические и социальные затраты, а также затраты ресурсов окружающей среды, были оправданы. Дополнительно к указанной сфере деятельности, Комиссия была также ответственна за деятельность и эксплуатацию шлюзов, плотин и водохранилищ.

Несмотря на то, что в Соглашение время от времени вносились поправки, в течение шести десятилетий деятельность Комиссии ограничивалась, главным образом, сферой водоснабжения. В течение этого времени Комиссия занималась строительством дамб Ньюм и Дартмаус, плотины между Торрумбарри и Блэнчтауном в Южной Австралии, водохранилища озера Виктория. В 1940 г. было завершено возведение плотин в Мод и Редбанк на реке Муррумбиджи и щитовых плотин в устье р. Мюррей. Плотина Дартмаус, самое последнее сооружение в системе, была завершена в 1979 г.

В конце 60-х гг. нашего столетия Комиссия руководила исследованиями засоления в долине р. Мюррей. Данная инициатива должна была, в конечном счете, привести к расширению сферы деятельности Комиссии и сформировала первоначальную базу для разработки современных проектов по управлению засолением.

В 1982 г. полномочия Комиссии были расширены, тем самым был признан тот факт, что водное управление должно решать и вопросы качества воды. Стало очевидно, что успешное управление речными системами бассейна имеет прямую взаимосвязь с использованием земель посредством водосбора. Дальнейшие поправки к Соглашению в 1984 г. расширили сферу деятельности Комиссии, отражая возросшие проблемы засоления, необходимость создания общего подхода к речному управлению, признавая тот факт, что вопросы управления природными ресурсами в бассейне требуют скоординированных действий всех правительств, принимающих в этом участие. В результате был сформирован Министерский Совет бассейна Мюррей-Дарлинг и Комиссия с правом планирования и координации программ по управлению природными ресурсами в рамках всего бассейна.

МИНИСТЕРСКИЙ СОВЕТ БАСЕЙНА МЮРРЕЙ-ДАРЛИНГ

Министерский совет бассейна Мюррей-Дарлинг был создан в 1985 г. В 1992 г., согласно исправленному соглашению, штат Квинсленд присоединился к штатам Новый Южный Уэльс, Виктория, Южная Австралия и Содружеству в качестве партнера Инициативы. Министерский совет бассейна Мюррей-Дарлинг является организацией, которая разрабатывает стратегию *Инициативы* и включает в себя двенадцать министров, занимающихся вопросами земли, воды и окружающей среды в рамках правительств Содружества, штатов Новый Южный Уэльс, Квинсленд, Южная Австралия и Виктория. Министры, входящие в Совет, ответственны за ключевые стратегические сферы своих правительств. Это означает, что единогласные решения, принимаемые Министерским советом бассейна Мюррей-Дарлинг представляют собой согласованные правительственные мнения и политику в бассейне.

Направления деятельности Министерского Совета следующие: установление стратегии и определение направлений по управлению природными ресурсами бассейна. Его главной задачей является обеспечение поддержки и координации эффективного

планирования и управления для справедливого, эффективного и стабильного использования земельных, водных ресурсов и ресурсов окружающей среды бассейна Мюррей-Дарлинг.

Для своего успешного осуществления *Инициатива* должна объединить и скоординировать работу целого ряда организаций и групп. Чтобы сделать это наиболее эффективно, правительства, участвующие в *Инициативе*, разрабатывают скоординированный подход к принятию решений. Он основан на постоянных совещаниях, обмене между всеми участниками достоверной информацией, быстром внедрении научных открытий и всесторонней и долговременной программе образования для людей настоящего и будущего, принимающих решения в бассейне.

Согласно соглашению бассейна Мюррей-Дарлинг 1987 г., Совет создал Совещательный комитет общины для обеспечения независимой совещательной поддержки общины бассейна по вопросам управления природными ресурсами.

Комитет состоит из 21 представителя 4 штатов бассейна, а также из представителей Национальной фермерской организации, Австралийского экологического фонда Австралийской ассоциации местных правительств и Австралийского совета профессиональных союзов.



БАССЕЙНОВАЯ КОМИССИЯ МЮРРЕЙ- ДАРЛИНГ

Бассейновая Комиссия Мюррей-Дарлинг является исполнительным и совещательным органом Министерского совета по вопросам управления окружающей средой в рамках бассейна. Комиссия является обширной системой, состоящей более чем из 20 рабочих групп, в которые входят эксперты по управлению и исследованию природных ресурсов, привлеченные из правительственных отделов, университетов, частных и общественных организаций. Все это позволяет концентрировать наблюдение за интегрированным планированием и управлением бассейном.

Бассейновую комиссию Мюррей-Дарлинг возглавляет независимый президент, назначаемый Министерским советом. Члены совета являются главами отделов и старшими должностными лицами правительств, представленных в Министерском совете. Эти отделы управляют многими из проектов комиссии. Это способствует развитию сотрудничества между различными правительственными отделами и персоналом комиссии, небольшой штат который составляет 40 человек.

Бассейновая комиссия Мюррей-Дарлинг является уникальной организацией. Она равно ответственна перед каждым из правительств, представленных в Совете, но не является правительственным отделом или установленным законом органом какого-либо отдельного правительства. Ее роль определена Соглашением по бассейну Мюррей-Дарлинг, который был подписан правительствами Содружества, штатов Новый Южный Уэльс, Южная Австралия и Виктория в 1987 г. Штат Квинсленд завершил географический охват бассейна, присоединившись к Министерскому совету и Комиссии в 1992 г.

Под руководством Министерского Совета Бассейновая комиссия Мюррей-Дарлинг ответственна за:

- водораспределение р. Мюррей по штатам Новый Южный Уэльс, Виктория и Южная Австралия;

- информирование Министерского совета по вопросам управления природными ресурсами бассейна;

- управление Стратегией управления природными ресурсами, которая обеспечивает наличие фондов и структуры координирования работы правительств и общин бассейна.

Комиссии поручено осуществление справедливого и эффективного управления и распределения водных ресурсов р. Мюррей согласно Соглашению, для получения высокого качества и эффективности использования водных ресурсов, а также выработка пожеланий Совету для достижения устойчивого долговременного использования земельных, водных ресурсов и ресурсов окружающей среды бассейна.

Ее технические обязанности охватывают пять главных сфер: управление водными ресурсами р. Мюррей, качество воды, земельные ресурсы, охрана окружающей среды и общественное участие.

Обязанности Комиссии по водным ресурсам включают регулирование по р. Мюррей и программу мониторинга качества воды. Главной задачей Комиссии является разрешение вопросов стока и качества воды для достижения ряда целей, включая водоснабжение хозяйственных пользователей, скотоводства и ирригации. Комиссия координирует управление рекой в рамках бассейна и занимается эксплуатацией и, где это возможно, повышением качества воды, внедряя более передовые методы земельного использования и лучшие практические средства обработки отходов.

Комиссия работает совместно с правительственными департаментами штатов и Содружества по координированию, ускорению осуществления и стандартизации суще-

ствующих программ управления ресурсами земли, воды и окружающей среды бассейна. Она также является инициатором деятельности по земельным ресурсам. Приоритет отдается вопросам, которые требуют совместной деятельности правительств или объединенной деятельности двух и более сторон. Комиссия также уделяет внимание деятельности отдельных штатов, которая может повлиять на другие части бассейна. Главной задачей деятельности Комиссии является разработка и выполнение скоординированной деятельности водопользователей бассейна для прекращения деградации ресурсов бассейна.

Обязанности Комиссии по окружающей среде включают координацию действий по охране природных видов рыб и речной биосистемы, а также координацию управления обводненных земель в пойме р. Мюррей. Комиссия также участвует в управлении растительностью, выполнении моделирования по подземным водам и засолению, а также в подготовке общественных образовательных программ по природным ресурсам бассейна.

Эффективность деятельности Комиссии во многом зависит от сотрудничества и поддержки правительств. Деятельность Комиссии базируется скорее не на нуждах отдельных штатов, а на интересах всего бассейна в целом.

ОФИС КОМИССИИ

Комиссия имеет относительно небольшой штат сотрудников, состоящий из 39 человек, работающих в офисе Комиссии в Канберре. Он состоит из технического и поддерживающего персонала в сфере управления, природных ресурсов, финансов и администрации, а также коммуникаций по р. Мюррей. Офис работает в тесном контакте с агентствами штатов и Содружества и инструктирует членов Комиссии, которые, в свою очередь, уведомляют Министерский Совет. Инженеры Комиссии несут ответственность за управление водными ресурсами всей системы р. Мюррей. Сюда входит эксплуатация контрольных станций над уровнями рек для прогнозирования потребности в воде и организации соответствующих попусков на ежедневной основе. Они работают 24 ч. в сутки в случае чрезвычайных положений. Персонал измеряет сток и использование воды, занимается эксплуатацией водохранилищ Комиссии, а также держит общественность в курсе событий, таких как наводнения и превышение содержания соли.

Ученые по окружающей среде и специалисты по земельным ресурсам Комиссии координируют земельные и речные программы управления окружающей средой. Сюда входит управление программами, финансируемыми СУВР, мониторинг качества воды, управление природной растительностью и разработка стратегий по обеспечению выживания природных видов рыб, защите и увеличению обводненных земель.

УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

Исторически роль Комиссии была определена как управление водными ресурсами р. Мюррей, которое сегодня все еще остается важным аспектом ее деятельности, так как городские и сельскохозяйственные водопользователи трех штатов находятся в большой зависимости от устойчивого снабжения водой хорошего качества.

В своем природном состоянии река Мюррей сильно отличалась от регулируемого состояния реки, которое имеется на сегодняшний день. Во время суровых засух она подчас уменьшалась до цепи соленых луж. В штате Южная Австралия морская вода поднималась вверх по течению на достаточно большое расстояние от устья. В течение нормального года Аделаида потребляет более 40 % необходимой ей воды из реки Мюррей. Во время засух эта зависимость увеличивается до более 90%. Без сегодняшней системы речного регулирования население Аделаиды и многих других городов долины реки Мюррей могло бы быть значительно меньше, чем сейчас.

Для осуществления регулирования реки Комиссия использует 4 главных водохранилища, 16 плотин, 5 щитовых плотин и большое количество других, более мелких сооружений. Со времени завершения плотины Хьюм устойчивое течение поддерживается по всей долине реки Мюррей. Без водохранилищ и регулирования р. Мюррей пересыхала бы, несомненно, во время засух 1938-39 гг., 1944-45 гг., 1967-68 гг. и 1982-83 гг.

Ежедневное регулирование речных стоков включает попуски из водохранилищ для удовлетворения ряда нужд, возникающих ниже по течению, включая городские и ирригационные нужды, в то же время учитывая и требования экологии и качества воды. Сюда входит полив лесных обводненных земель Бармах и Миллева и промывание водосливов с целью очистки их от водорослей. Водоохранилища эксплуатируются для рекреационных целей при незначительном воздействии на водоснабжение. Попуски из водохранилищ рассчитываются, иногда за несколько месяцев, учитывая текущие уровни воды, ожидающееся количество осадков, водозабор в различных точках реки, потери при транспортировке и потери в результате испарения и утечки.

Соглашение по бассейну Мюррей-Дарлинг определяет первостепенную важность водоснабжения штата Южная Австралия и распределение водозаборов между штатами Новый Южный Уэльс и Виктория. Для выполнения Соглашения штат речного регулирования Комиссии осуществляет ежедневную оценку будущих потребностей в воде по реке Мюррей и дает указания по выпуску воды из разных водохранилищ. Дополнительно Комиссия может осуществлять специальный выпуск воды в целях, касающихся окружающей среды, таких, как защита ветландов и разбавление вод высокой солености или борьбе с сине-зелеными водорослями.

Каждый год Комиссия оценивает наличие водных ресурсов перед распределением воды по штатам. Сюда входит определение количества воды, прогнозирующего в наступающем сезоне. Из общего количества водных ресурсов вычитается количество воды на испарение, потери в руслах, обеспечение необходимых санитарных попусков, а также наполнение резервного запаса для защиты от возможных засух в будущем, необходимого в многолетнем регулировании. Оставшаяся часть воды делится между штатами в пропорциях, установленных Соглашением по бассейну Мюррей-Дарлинг.

Если вода из водохранилищ, таких, как резервуары Дартмаус или Хьюм, нужна для удовлетворения нужд, возникающих ниже по течению, вода должна быть выделена заранее до ее использования. (При существующих условиях регулируемого течения требуется около 5 недель для транспортировки воды от плотины Хьюм до пользователей Аделаиды).

Решающим аспектом деятельности Комиссии в области управления водными ресурсами является осуществление планирования, включая компьютерное моделирование различных участков течения реки для проектирования результатов различных стратегий попусков.

Бассейновая комиссия Мюррей-Дарлинг не ответственна за то, каким образом используется вода после ее отпуска. Развитие ирригации и водообеспечения городов, а

также промышленного водоснабжения осуществляется соответствующими организациями каждого штата.

РАБОТА В НАПРАВЛЕНИИ СТАБИЛЬНОГО БУДУЩЕГО

Министерский совет бассейна Мюррей-Дарлинг признает, что участие бассейнового сообщества является существенным, если достигнуто стабильное использование ресурсов бассейна. Для координирования усилий общества и правительств была разработана Стратегия управления природными ресурсами (СУПР) для обеспечения интегрированного подхода к проблемам водосбора в бассейне.

Правительство каждого штата бассейна приняло данный подход для 19 управляемых регионов бассейна. Общества по управлению водосбором при главенстве общества представителей координируют деятельность по управлению природными ресурсами в каждом регионе.

Данный подход обеспечивает обществу владение ключевыми элементами стратегии. В пределах бассейна разработаны или разрабатываются примерно 50 планов действий на местах, где проблемы особенно насущны и срочно требуют разрешения. При необходимости осуществляется правительственная поддержка для нужд определенного региона.

Для того, чтобы достичь всестороннего понимания сущности изменений и вида каждого отдельного изменения, происходящего в бассейне, Комиссия недавно осуществила ревизию водопользования в рамках региона. Комиссия разрабатывает Программу устойчивости бассейнов рек (ПУБ) с намерением начать разработку стратегического долговременного подхода к восстановлению рек бассейна.

ПУБ будет использовать данные по виду, глубине и ширине речного потока, по сопутствующей растительности, смежным ветландам, качеству воды, районам наводнения и пойменной флоре и фауне для того, чтобы предсказать возможное влияние изменения условий течения, вызванного вариациями распределения орошения, пересмотром политики водного распределения, строительством новых сооружений, возвратом воды в окружающую среду и другими подобными факторами.

ПРОБЛЕМЫ БАССЕЙНА

ЗЕМЛЯ	ВОДА	ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА	КУЛЬТУРНЫЕ ЦЕННОСТИ	УПРАВЛЕНИЕ
Ирригационное засоление и заболачивание	Уменьшение объема речного стока/увеличение конкуренции на воду	Вырубка и сокращение природной растительности	Ухудшение состояния памятников культуры аборигенов	Нескоординированная и неправильная политика
Структура почв и уменьшение плодородия	Привнесенные человеком виды рыб и растений	Уменьшение территории обитания биологических видов	Ухудшение состояния памятников европейской культуры	Неудачи в применении существующих регулятивных действий и стратегий
Эрозия под воздействием воды и ветра	Ухудшение качества воды: • засоление и	Разрушение природных заповедных мест	Ухудшение состояния мест отдыха и туризма	Пробелы в технических знаниях Неадекватное общественное образова-

ЗЕМЛЯ	ВОДА	ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА	КУЛЬТУРНЫЕ ЦЕННОСТИ	УПРАВЛЕНИЕ
Окисление почв Засоление пустынных земель Чрезмерное пастбищное использование	биологические отходы <ul style="list-style-type: none"> • мутность • бактерии и вирусы • пестициды (химикаты) • городские отходы Уменьшение объема грунтовых вод	Сокращение количества биологических видов и их вымирание Ухудшение состояния обводненных зон Изменение форм сезонного речного стока		ние/отсутствие информации Неправильное использование земли и управление

СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

Целью *Стратегии управления природными ресурсами* является поддержка и координация эффективного планирования и управления для правильного эффективного и стабильного использования природных ресурсов бассейна. Был разработан ряд стратегий по следующим вопросам.

ИРРИГАЦИОННОЕ ЗАСОЛЕНИЕ И ДРЕНАЖ

При современной водоподаче, при которой поднимается уровень грунтовых вод, большинство орошаемых районов южного сектора бассейна будут иметь уровень грунтовых вод в пределах 2 м от поверхности к 2020 г. Там, где почвы содержат большое количество солей, засоленная вода начинает отравлять растительность, если поверхность грунтовых вод поднимается до 2 м от поверхности. Во многих районах бассейна такое уже произошло. В течение ряда лет Комиссия сталкивалась с проблемами ирригационного засоления и дренажа в орошаемых районах. Важной частью подготовки *Стратегии управления природными ресурсами* была разработка стратегии в отношении проблем засоления и дренажа в орошаемых районах долин рек Мюррей и Муррумбиджи. Выполнение данной стратегии началось в 1988 г.

В рамках *Стратегии по засолению и дренажу*.

Улучшенные технические приемы вводятся для того, чтобы довести до минимума количество ирригационной воды, сбрасываемой в речную систему. При использовании новых сельскохозяйственных культур и более эффективной ирригационной технологии это будет способствовать использованию земли в пределах ее устойчивого потенциала.

Инженерные работы производятся для перехвата высокосолёных грунтовых вод и перекачки их в удобные понижения до того, как они попадут в главную речную систему.

Новые правила эксплуатации введены для озёр Менинди и Виктория в целях уменьшения потерь от испарения.

В рамках *Стратегии по засолению и дренажу* четыре правительства, которые были первыми участниками *Инициативы*, сделали вклад средств туда, где это давало наибольшую пользу. Примерами являются проекты в Вайкерай и Вулпунда в штате Южная Австралия и Малли Клиффс в штате Новый Южный Уэльс. Этм штатам разрешено сбрасывать оговоренное количество солёной воды со своих сельскохозяйственных районов в речную систему. Такие операции защищают большие площади важных сельскохозяйственных земель в верхнем и среднем течении р. Мюррей и производят общее сокращение количества солей в воде, текущей по направлению к насосным станциям, которые снабжают Аделаиду и другие города.

Проекты перехвата солёных грунтовых вод в Вайкерай и Вулпунда в штате Южная Австралия являются прекрасными примерами подхода, выработанного *Стратегией по засолению и дренажу* в масштабе всего бассейна. Эти проекты позволяют перехватывать солёные грунтовые воды до того, как они попадут в р. Мюррей. Затем вода подается в водоотводные бассейны, где испаряется. Два проекта протягиваются на 20 км вдоль берегов р. Мюррей. Ежедневно предотвращается попадание в речную систему примерно 245 тонн солей.

ЗАСОЛЕНИЕ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

Повышение уровня грунтовых вод, а также увеличение площадей распространения почв с высоким содержанием солей приводят к засолению засушливых земель. Несмотря на то, что важность проблемы засоления засушливых земель в неорошаемых районах была признана совсем недавно, в настоящее время ей уделяется большое внимание. Примерно 500 000 га сельскохозяйственных земель между штатами Квинсленд и Южная Австралия уже пострадали от засоления засушливых земель, и эта площадь увеличивается с каждым годом. Проблема особенно насущна в юго-восточной части бассейна.

Основной причиной засушливых пустынных земель является увеличение объёма дождевой воды, попадающей в грунтовые воды в предгорных частях бассейна. Это вызвано широкомасштабной вырубкой деревьев и введением в сельскохозяйственную практику использования мелкокорневых кормовых и других сельскохозяйственных культур, которым требуется меньше дождевой воды, чем для природной растительности.

Засоление засушливых земель воздействует не только на сельскохозяйственные земли. От этого страдают также и городские территории. Кроме влияния на городские сады и деревья, соль, принесённая увеличенным уровнем грунтовых вод, разъедает основания зданий и основания дорог и тротуаров. Многие города в предгорных частях бассейна столкнулись с данной проблемой.

Бассейновая комиссия Мюррей-Дарлинг разрабатывает стратегический подход к проблеме засоления засушливых земель в масштабе всего бассейна. Целью его является выяснение степени и причин засоления засушливых земель и его влияния, передача этой информации бассейновым общинам и правительствам, заинтересованным в решении данной проблемы, и поддержка их деятельности.

ВЕТЛАНДЫ

Сохранение ветландов является одним из самых эффективных способов улучшения качества воды и сохранения здорового состояния рек в бассейне Мюррей-Дарлинг. С 1989 г. *Стратегия управления природными ресурсами* Комиссии профинансировала большое количество проектов по улучшению управления ветландов. Ветланды в бассейне содержат большое количество биологических видов растений и животных. Восемь ветландов имеют международное значение под защитой Рамсар. Их возвратные воды, тупиковые ответвления рек, болота, топи, озера и искусственные акватории являются местами интенсивной биологической активности. Ветланды важны для сохранения биологического разнообразия, обеспечения необходимой среды обитания видов птиц, рыб, амфибий, рептилий, млекопитающих и водных беспозвоночных, таких, как водные блохи, креветки и насекомые.

Так как водные массы медленно текут через территорию ветландов, с их питательными веществами происходят биологические, химические и физические процессы (например, выпадение в осадок). Искусственные ветланды специально проектируются с целью снизить нагрузку от стоков ферм, обработки сбросных вод промышленных предприятий, а также городских ливневых стоков. Вместе с природными ветландами они улучшают качество речной воды и уменьшают сферу действия водорослевого цветения. Признавая роль ветландов в улучшении состояния реки и защите биологического разнообразия, Комиссия разработала *Стратегию управления пойменными зонами*. Ее задачами является сохранение и, где это возможно, увеличение количества экосистем пойменных зон в бассейне, которые принесут большую пользу настоящему и будущему поколениям. Стратегия обеспечит наличие информации по текущему состоянию бассейновых обводненных зон, определит приоритеты научных исследований и управления, а также создаст условия благоприятствования разработке своей собственной местной стратегии отдельными лицами, обществами и агентствами.

ПРИРОДНЫЕ ВИДЫ РЫБ

Фермерское и пастбищное использование земель водосбора бассейна, урбанизация, изменения уровня и вида сезонного течения, вызываемые речным регулированием и ирригационным потреблением воды - все это приносит большую пользу человеку. Однако, эти изменения неоднократно оказывали отрицательное воздействие на природные виды рыб бассейна. Для восстановления баланса Комиссия подготовила план управления рыбозаведением.

План управления рыбозаведением.

Координирует проведение инженерных работ, осуществляемых для оказания помощи мигрирующим видам.

Способствует осуществлению деятельности по восстановлению традиционной среды обитания, где это возможно.

Защищает существующие виды рыб рядом мер.

Благоприятствует осуществлению программ подкормки рыбы, стандартизации рыболовных правил в штатах и введение нового законодательства защиты рыб и мер по сокращению рыболовства во время вегетативного периода.

СИНЕ-ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРΟΣЛИ

Проблема растущего уровня содержания питательных веществ в реках и озерах бассейна не нова. Питательные вещества (азот и фосфор), попадающие в реки из сточных вод, промышленных сбросов, ирригационного дренажа и стока с сельскохозяйственных земель воды с удобрениями, и раньше приводили к интенсивному развитию фитопланктона, включая вредные сине-зеленые водоросли. Когда такое происходит в большом количестве, водоросли образуют видимую пену, или “цветение” на поверхности воды. В системе Мюррей-Дарлинг уже случались редкие цветения. Но причины, которые приводили к этому, как то медленное течение или стоячая вода в совокупности с высокой концентрацией биологических отходов, возросли в ряде рек бассейна. Летом 1991г. водорослевое цветение распространилось практически по всей реке Дарлинг, что заставило правительство Нового Южного Уэльса объявить в штате чрезвычайное положение. Такие цветения могут вырабатывать токсичные вещества, убивающие скот, а также способствующие возникновению болезней печени у людей. Водоросли также могут вызвать неприятный вкус и запах у питьевой воды, особенно в условиях слабого водотока, а также могут заблокировать фильтры водоочистки.

Министерский совет бассейна Мюррей-Дарлинг принял стратегию управления по водорослевому цветению, которая имеет своей целью уменьшение выбросов биологических отходов в речную систему, улучшение режима речного течения и исследование природы сине-зеленых водорослей. Стратегия также имеет целью обеспечение общестественности информацией по сине-зеленым водорослям и поддержку усилий общества в решении данной проблемы.

Стратегия управления по водорослевому цветению поддерживает усилия Комиссии, Содружества, правительств штатов и местных правительств, а также региональных организаций водосборного бассейна. Вместе они разрабатывают стратегическую политику по следующим вопросам:

- улучшение эффективности очистки водных отходов и попутного использования воды;

- введение правильной политики водного и земельного управления;

- обеспечение финансирования научно-исследовательских мониторинговых программ и подготовки бассейновых планов;

- улучшение управления городскими ливневыми стоками;

- защита оставшейся растительности и осуществление проектов залесения речных берегов бассейна с целью сокращения количества воды с большим содержанием биологических отходов, попадающей в речную систему;

- информирование общественности о причинах возникновения водорослевого цветения.

ИРРИГАЦИЯ

Работая в рамках структуры Стратегии управления природными ресурсами, Комиссия координирует усилия по превращению ирригации бассейна Мюррей-Дарлинг в экономически устойчивую и безопасную для окружающей среды систему. В настоящее время в развитии орошения наблюдается период кардинальных изменений. Деятельность Комиссии сконцентрирована главным образом на разработке *Стратегии управления ирригацией* в южной части бассейна. Орошаемое сельское хозяйство в этом регионе производит сельскохозяйственную продукцию, оцениваемую в \$1,8 млрд. в год, значительная часть которой поступает на экспортные рынки.

Существует два главных компонента стратегии: реформа водного рынка и региональное развитие.

Для осуществления реформ водного хозяйства Совет австралийских правительств (САП) рассматривает вопросы прав на собственность, торговли этими правами и цен на воду. Им установлено, что торговля водой должна принимать во внимание проблемы окружающей среды и политику, осуществляемую для оказания помощи в управлении внутрибассейновой окружающей средой.

Компонент регионального развития, возможно, является наиболее важным из аспектов *Стратегии управления ирригацией*. Он позволит при планировании сконцентрировать внимание на определенных характеристиках каждого региона, выявить их нужды, обозначить возможности для дальнейшей программы мер, необходимых для достижения целей стратегии.

Комиссия помогает общинам разрабатывать региональные планы совершенствования ирригации на более продуктивном уровне, что сможет обеспечить лучшую финансовую отдачу. Увеличение прибыльности является основной предпосылкой для дополнительных инвестиционных вложений в управление, инфраструктуру и технологию, необходимых для установления стабильной ирригации на долгий срок. Региональные планы будут разработаны в соответствии со Стратегией управления природными ресурсами, направленной на улучшение качества воды, а также имеющей другие цели, такие, например, как защита и увеличение обводненных зон.

ПРОЕКТЫ, ФИНАНСИРУЕМЫЕ СТРАТЕГИЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

Со времени возникновения белых поселений интенсивная разработка природных ресурсов бассейна Мюррей-Дарлинг привела к их истощению. Сейчас многие районы бассейна испытывают проблемы эрозии почв, засоления воды и засушливых земель, загрязнения воды, поднятия уровня грунтовых вод, зарастания сорняками и потерь природной флоры и фауны. Предыдущие поколения не могли предвидеть возникшие сегодня проблемы истощения природных ресурсов, но в настоящее время достигнуто понимание взаимосвязи между почвой, водой и растительностью. Непрактично разделять управление одним отдельным ресурсом от управления другими. Сейчас признано, что ни один район бассейна не может управляться изолированно, и что проблемы управления природными ресурсами часто слишком широкомасштабны и комплексны, чтобы решаться только одним каким-либо правительством.

Стратегия управления природными ресурсами (СУПР) обеспечивает финансовую поддержку для широкого круга проектов, которые помогут достичь поставленных целей. Эта схема финансирования находится в действии с 1989 г. и в первые 6 лет было выделено \$150 млн. Финансирование распределяется для того, чтобы ускорить деятельность по улучшению или помощи в осуществлении управленческой деятельности.

С 1989 по 1995 гг. \$160 млн. были вложены в проекты, осуществляемые общинами, выполняющими обследования на региональном уровне, \$40 млн. - в исследования и образовательные программы в масштабе бассейна и \$56 млн. - в дренажные проекты в рамках Стратегии по засолению и дренажу. Вот несколько примеров проектов, финансируемых Стратегией управления природными ресурсами:

- осуществление плана уменьшения солености воды р. Булова;
- влияние сельского хозяйства засушливых земель на качество воды в Ливерпульских равнинах, штат Новый Южный Уэльс;
- разработка планов управления засолением в Траговелских равнинах, штат Виктория;
- исследования качества воды пограничных рек, штат Квинсленд;
- бассейновое планирование для устойчивого использования земель р. Бремер, штат Южная Австралия.

Акцент финансирования в этой сфере постоянно меняется. Сейчас Стратегия управления природными ресурсами сконцентрировала внимание на финансировании разработки и осуществления планов деятельности для достижения необходимых результатов в бассейне. Эти планы должны обратить внимание на вопросы бассейна и суббассейна в интегрированном стиле.

Вот несколько примеров исследовательских и образовательных проектов, которые были профинансированы:

- разработка операционной модели по управлению барражами озера Александрина и солености оз. Куронг;
 - система поддержки решений, в помощь осознания влияния на окружающую среду изменений в режиме стока;
 - оценка ущерба, наносимого засолением засушливых земель;
 - изучение возможности внутреннего регулирования цветения сине-зеленых водорослей;
 - создание карты растительности бассейна;
 - моделирование источников и движения фосфора и осадков в восточных возвышенных районах бассейна;
 - изучение поведения трески р. Мюррей с использованием радиолокации.
- издание бюллетеня по культурному наследию аборигенов бассейна Мюррей-Дарлинг;
- общественные программы по качеству воды и экологическому образованию, осуществляемые Исследовательским центром пресной воды Мюррей-Дарлинг в Албаре;
 - создание банков данных по ветландам и водным видам пернатых в пределах бассейна.

ПОСЛЕДНИЕ РАЗРАБОТКИ ИНИЦИАТИВЫ МЮРРЕЙ-ДАРЛИНГ

Посредством Стратегии управления природными ресурсами был достигнут устойчивый прогресс в выполнении задач *Инициативы*. В пределах бассейна применяется интегрированный подход к планированию и управлению водосбором. Это производится по инициативным программам штатов, таким как «Всеобщее управление водосбором в Новом Южном Уэльсе», «Региональный водосбор и защита земельных ресурсов в Виктории», «Деятельность общества по сельской окружающей среде в Южной

Австралии» и «Интегрированное управление водосбором в Квинсленде». Эти программы обеспечивают структуру для совместного общественного и правительственного принятия решений на региональном уровне по вопросам водосбора.

Примеры новых видов деятельности Комиссии включают:

финансирование разработки и осуществления планов действий в масштабе улучшения состояния водосборного бассейна;

план полива красных каучуковых лесов Бармах Миллева на р. Мюррей, одобренный после интенсивных консультаций с общественностью. Впервые было достигнуто межгосударственное соглашение по постоянному выделению воды в экосистему ветландов;

проект стратегии управления пойменными обводненными зонами;

дискуссионный документ по разделению стоимости земляных работ по наземным обследованиям;

ускоренное развитие лесоводства ввиду увеличения солености и других проблем деградации земельных и водных ресурсов и увеличение жизнеспособности региональной экономически;

четыре главных образовательных программ, осуществляемых в масштабах бассейна:

1. Всесторонняя видеопрограмма, значительная часть которой передается по телевидению.
2. Специальный проект для начальных школ.
3. Выставка в Национальном музее Австралии “Меняющиеся люди, меняющаяся земля”.
4. Учебные программы для взрослых по проблемам бассейна, например, по синезеленым водорослям или засолению засушливых земель.

ОБЩЕСТВЕННОЕ УЧАСТИЕ

Комиссия поддерживает партнерство общества/правительств в разработке всесторонней программы коммуникационной, консультативной и образовательной деятельности для вовлечения общества в принятие важных решений, связанных с будущим бассейна.

Объединяя усилия правительств и общества в целом, *Инициатива бассейна Мюррей-Дарлинг* имеет своей целью введение изменений, которые помогут достичь стабильного использования ресурсов бассейна. Это потребует больших расходов общественных и частных организаций, а также желания части людей, живущих в бассейне, изменить принципы, по которым они живут и работают. Устойчивый прогресс требует долговременных обязательств и от правительств, и от общества.

Дальнейшую информацию Вы сможете найти в Ежегодном отчете Бассейновой Комиссии Мюррей-Дарлинг, либо Вы можете связаться с Бассейновой Комиссией Мюррей-Дарлинг по адресу: GPO Box 409 Canberra ACT 2601, tel (06) 279 0100, fax (06) 248 8053.

ОЗЕРО ВИКТОРИЯ - ВАЖНЫЙ ПРИРОДНЫЙ РЕСУРС В СОСТОЯНИИ СТРЕССА⁸

Ульф Элин

Озеро Виктория представляет собой один из шести объектов, которым будет уделено внимание на совместной конференции в Стокгольме в августе этого года.

Все шесть объектов являются береговыми зонами, отличными по климатическим, социально-экономическим, культурным, организационным и политическим системам.

АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ И ИСПАРЕНИЯ ПРЕОБЛАДАЮТ.

Озеро Виктория с площадью водной поверхности 68800 км², является вторым по величине пресноводным озером в мире. Оно довольно мелкое, средняя глубина его - 40 м, максимальная - 80 м, береговая линия длинная и извилистая с множеством заливов и ветландов. Озеро расположено на экваторе и его режим характеризуется преобладанием осадков и испарения над речным притоком и оттоком.

Осадки и испарения, примерно равные по объему, составляют примерно 85 % приходных и расходных статей, соответственно.

ПОВЫШЕНИЕ НАГРУЗКИ ПО ЗАГРЯЗНЕНИЮ.

Озеро Виктория, в последние десятилетия подвергалось в основном изменениям химического и биологического состава. Из-за роста населения в бассейне, увеличивается загрязнение. Городские центры вокруг озера не имеют очистных сооружений и сточные воды сбрасываются в озеро без очистки. Возрастающая эвтрофикация выражается в сильном снижении концентрации кислорода в глубоких частях озера.

Промышленность также не обладает соответствующими очистными сооружениями и часто направляет свои сбросы в реки или озеро. В Танзании золотая лихорадка дает дополнительную нагрузку на окружающую среду с выбросом таких тяжелых металлов как ртуть.

Использование земель в зоне формирования стока играет главную роль в процессе загрязнения, т.к. эрозия почв ведет к большому сносу наносов и питательных веществ в реки. Ветланды превращены в сельхозугодья или урбанизированные поселения и индустриальные зоны.

ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

⁸ Ulf Ehlin, STOCKHOLM WATER FRONT, № 1, June 1997

Адаптация нильского окуня в озере, в 50-х годах резко повысила коммерческий отлов рыбы. В 1989 г. озеро дало 500000 тонн рыбы, в основном нильского окуня (63 %). Однако внедрение нильского окуня привело к резкому уменьшению или полному исчезновению местных пород рыб. Уничтожение местных пород рыб, возможно, ускорило эвтрофикацию озера Виктория.

Распространение водного гиацинта (*Fichhornia Crassipes*) - еще одна возникшая проблема, требующая контроля. Будучи плавающим сорняком, пускающим корни на мелких местах, гиацинт быстро распространяется по всему озеру и сейчас, в форме больших "матов", покрывающих значительные площади вдоль берегов всех трех прибрежных стран. Водяной гиацинт препятствует разведению рыбы, приводит к обрыву и утере рыболовных сетей и блокирует водозаборные площадки и работу гидроэлектростанции на выходе из озера. При благоприятных условиях популяции гиацинта могут удваиваться каждые 13-15 дней.

Множество экологических программ в стадии исполнения. Другие, выполняются на озере Виктория сейчас. Наиболее серьезной, является Проект правления окружающей средой озера Виктория, продолжительностью 5 лет и стоимостью 77 млн долл. США, финансируемый Всемирным Банком, Глобальным Экологическим Фондом и тремя прибрежными государствами. Другая важная программа, к дополнению ко многим двусторонним действиям, является Проект Водных Ресурсов озера Виктория под руководством ФАО.

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОСИСТЕМА БАСЕЙНА МОНО	4
ВСТУПЛЕНИЕ	4
КЛИМАТ, ФИЗИКОГЕОГРАФИЯ И ГЕОЛОГИЯ МОНО	5
СРАВНЕНИЕ ОЗЕРА МОНО С ДРУГИМИ СОЛЕННЫМИ ОЗЕРАМИ	6
ГИДРОЛОГИЯ БАСЕЙНА МОНО	7
ВСТУПЛЕНИЕ	7
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ	7
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСАДКОВ И ФЛУКТУАЦИЯ УРОВНЕЙ ОЗЕР БОЛЬШОГО БАСЕЙНА	8
ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ	8
ОСАДКИ	9
ПОВЕРХНОСТНЫЙ СТОК	9
ЗАЛЕГАНИЕ И ДВИЖЕНИЕ ГРУНТОВЫХ ВОД	9
ПОТОК ГРУНТОВЫХ ВОД В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ	10
ОЦЕНКА ДАННЫХ О ГРУНТОВЫХ ВОДАХ	10
ИСПАРИЕНИЕ С ПОВЕРХНОСТИ ОЗЕРА	10
ЭВАПОТРАНСПИРАЦИЯ	11
ОПИСАНИЕ И ОЦЕНКА МОДЕЛЕЙ ВОДНОГО БАЛАНСА	11
МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОВНЯ И СОЛЕНОСТИ ВОДЫ ОЗЕРА МОНО	12
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ОЗЕРА МОНО	13
РЕАКЦИЯ КОМПОНЕНТОВ ЭКОСИСТЕМЫ НА ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ОЗЕРА	13
СОЛЕНОСТЬ И ХИМИЗМ ОЗЕРНОЙ ВОДЫ	13
ВОДНАЯ БИОЛОГИЯ	14
ПОПУЛЯЦИИ ВОДОПЛАВАЮЩИХ ПТИЦ	14
ЭКОЛОГИЯ ПРИБРЕЖНОЙ ПОЛОСЫ Прибрежные грунтовые воды	14
ТУФОВЫЕ ФОРМАЦИИ	15
КАЧЕСТВО ВОЗДУХА	15
ПРИБРЕЖНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ	15
РЫБА	16
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	16
УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСАМИ ОЗЕРА ПИРАМИД, НЕВАДА СРЕДИ КОНКУРИРУЮЩИХ ИНТЕРЕСОВ	18
ОПИСАНИЕ ОЗЕРА ПИРАМИД	19
ИСТОРИЯ ОЗЕРА ПИРАМИД: ЭРА ЭКСПЛУАТАЦИИ	20
УСИЛИЯ ПЛЕМЕНИ ПО УПРАВЛЕНИЮ	25
ВЫВОДЫ И БУДУЩИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ	29
БАСЕЙН ОЗЕРА СЭЛТОН СИ	31
НАЦИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПО КАЧЕСТВУ ИРРИГАЦИОННОЙ ВОДЫ	31
БАСЕЙН ОЗЕРА СЭЛТОН СИ	32
СОЛЕНОСТЬ	33
ХИМИЯ ДРЕНАЖНОЙ ВОДЫ: СЕЛЕН	34
ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА	41
ПАТОГЕНЫ	43
СКОРОСТЬ ВОДООБМЕНА	43
СТОИМОСТЬ ОЗДОРОВЛЕНИЯ СИТУАЦИИ	44
ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПЫТА ИССЛЕДОВАНИЙ В БАСЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ	45
КОМИССИЯ БАСЕЙНА МЮРРЕЙ-ДАРЛИНГ И ЕЕ ИНИЦИАТИВА	46
ЗНАЧИМОСТЬ БАСЕЙНА	47
БАСЕЙН	48
КЛИМАТ И РЕЛЬЕФ	49
РЕКИ	49
ИСТОРИЯ	50
ПЕРВОЕ СОГЛАШЕНИЕ	50
МИНИСТЕРСКИЙ СОВЕТ БАСЕЙНА МЮРРЕЙ-ДАРЛИНГ	51

БАССЕЙНОВАЯ КОМИССИЯ МЮРРЕЙ- ДАРЛИНГ _____	53
ОФИС КОМИССИИ _____	54
УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ _____	54
РАБОТА В НАПРАВЛЕНИИ СТАБИЛЬНОГО БУДУЩЕГО _____	56
СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ _____	57
ИРРИГАЦИОННОЕ ЗАСОЛЕНИЕ И ДРЕНАЖ _____	57
ЗАСОЛЕНИЕ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ _____	58
ВЕТЛАНДЫ _____	59
ПРИРОДНЫЕ ВИДЫ РЫБ _____	59
СИНЕ-ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ _____	60
ИРРИГАЦИЯ _____	60
ПРОЕКТЫ, ФИНАНСИРУЕМЫЕ СТРАТЕГИЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ _____	61
ПОСЛЕДНИЕ РАЗРАБОТКИ ИНИЦИАТИВЫ МЮРРЕЙ-ДАРЛИНГ _____	62
ОБЩЕСТВЕННОЕ УЧАСТИЕ _____	63
ОЗЕРО ВИКТОРИЯ - ВАЖНЫЙ ПРИРОДНЫЙ РЕСУРС В СОСТОЯНИИ СТРЕССА _____	64