

1.2 Гидрогеологические условия

Иссык-Кульская впадина по условиям формирования водных ресурсов является высокообеспеченной. На площади впадины, составляющей $3,9 \cdot 10^4$ км², среднегодовой приток равен 120 м³/с ($3,8 \cdot 10^6$ км³/год). Модуль обеспеченности водными ресурсами составляет 30,8 л/с на км².

Закономерности формирования режима подземных вод и регулирующие возможности Иссык-Кульского бассейна (разгрузка полностью или частично подрезана озером) характеризуются тем, что подземные воды выклиниваются в процессе восходящей фильтрации не в грунтовый поток, а непосредственно в озеро, т.е. наблюдается их центростремительное движение. Эти особенности структуры потоков создают специфическую эколого-гидрогеологическую уязвимость озера, что должно рассматриваться в тесной связи с проблемами биосферной геосистемы

Сложившаяся водохозяйственная обстановка в бассейне обусловила дефицит в водных ресурсах (15,4 м³/с), что вызывает **снижение уровня воды в озере**. Причем наибольшее влияние оказывают безвозвратные потери за счет развития орошения. Исследованиями института «Киргизгипроводхоз» установлено, что в 1981г. при орошаемой площади 151,3 тыс.га безвозвратные потери составили 18,8 м³/с (56 л/с на 1км²). За 10 лет развития орошения за счет безвозвратных потерь уровень озера снизился на 77 см. При общей водной площади озера 6,28 тыс.км² ежегодно его объем уменьшался на 48,3 млн.м³, что хорошо согласуется с установленным по балансу суммарным ежегодным дефицитом поступления воды в оз. Иссык-Куль (табл.1).

Водный баланс озера Иссык-Куль в существующих условиях

табл.1

Структура баланса	Баланс
-------------------	--------

	млн. куб. м ²	куб. м ³ /сек
Приход		
1. Суммарный приток поверхностных и подземных вод	3750	120,0
2. Атмосферные осадки	1760	56,3
Итого приход	5510	176,3
Расход		
1. Испарение с поверхности озера	5373	171,9
2. Безвозвратные потери от водопотребления	22	0,7
3. Безвозвратные потери от орошения	585	18,8
4. Безвозвратные потери от рыбного хозяйства	10	0,3
Итого расход	5990	191,7
Дефицит воды в реке	480	15,4

При намеченных темпах развития экономики Иссык-Кульской области и питании озера только собственными ресурсами к 2000 г. ежегодный дефицит постепенно достигнет 580 млн.м³, а уровень озера от рассчитанного в 1981 г. снизится еще на 154 см. Все это может привести к серьезному нарушению баланса озера и безвозвратным экологическим последствиям. В целях стабилизации уровня оз. Иссык-Куль и намеченного дальнейшего развития орошения земель планировалась переброска в бассейн части стока р. Сары-Джаз в объеме 1,42 км³ При этом этот сток на первом и втором этапах переброски (1991-0,28 км³, 1996-0,83 км³) должен был использоваться для восстановления утраченных водных ресурсов, а в последующем (полном объеме) – для поддержания уровня озера и развития орошения в Иссык-Кульской и Чуйской зонах.

Приведенные материалы по балансу озера трудно считать

достоверными из-за значительных колебаний в распределении влаги по площади бассейна и условий испарения с поверхности озера. Их замеры существующими методами не всегда можно признать удовлетворительными и сопоставимыми. Таким образом, вопрос о балансе озера из-за противоречивости суждений не решен. В этих проработках большой интерес представляет собой подземный сток в озеро. Его величина, полученная различными методами, существенно различается. В балансе озера определенную роль играет и водоотбор подземных вод. Он осуществляется вдоль прибрежной зоны и его величина составляет $7,3 \text{ м}^3/\text{с}$.

Территория характеризуется наличием трех структурно-гидрогеологических этажей: нижний этаж слагают горные сооружения, которые во впадине являются ложем для более молодых осадков, средний представлен континентальными, красно-бурыми палеоген-неогеновыми молассовыми накоплениями (конгломераты, песчаники, гравелиты, глины), верхний этаж представлен рыхлыми обломочными четвертичными отложениями различного литологического состава – от валунно-галечников до песков и глин. Питание подземных вод верхнего гидрогеологического этажа центральных частей артезианских бассейнов происходит в основном в зоне их формирования главным образом за счет потерь поверхностного стока на фильтрацию в руслах рек и ирригационной сети. Они относительно легко доступны для разведки, имеют наибольшее практическое значение, но также и легко подвержены загрязнению.

Эксплуатационные запасы пресных подземных вод, (утвержденные еще более 30 лет назад) для категории А – $81\,734,4 \text{ м}^3/\text{сутки}$; для категории В – $113\,443,2 \text{ м}^3/\text{сутки}$.

В целом необходимо подчеркнуть, что на северном побережье Иссык-Куля и в восточном его окончании (урочище Сухой хребет), где мощность озерных осадков значительно больше, чем на южном берегу, условия более благоприятны для накопления значительных естественных запасов подземных вод. Для южного побережья Иссык-Куля характерна меньшая мощность озерных образований, причем, как правило, здесь они представлены почти исключительно песками, что ограничивает возможности эксплуатации приуроченных к ним вод.

На использовании грунтовых и напорных вод озерных отложений в настоящее время базируется водоснабжение ряда населенных пунктов и животноводческих ферм в Иссык-Кульской впадине (села Тоссор, Тюп, Михайловка, Шалба, фермы и центральная усадьба совхоза Сухой хребет, Оргочер, ряд домов отдыха и санаториев по побережью и др.). Особое значение воды озерных отложений приобретают в связи с ростом на побережье оз. Иссык-Куль курортного строительства.

Практическое значение водоносного горизонта ограничено: его воды являются дополнительным источником питания рек. Изредка они используются для водопоя скота (в летнее время). Низкая степень защищенности прибрежной зоны озера от загрязнения и одновременно возрастающие темпы хозяйственного освоения создают определенный экологический риск для территории

В настоящее время около 70% гидрогеологических скважин пробуренных для питьевых и сельскохозяйственных целей, вследствие не надлежащего контроля не функционируют, практически отсутствует должный контроль за эксплуатацией действующих и вводимых новых скважин различными организациями и ведомствами. На территории выявлен ряд объектов, подверженных опасным гидрогеологическим процессам и явлениям. По данным инвентаризации на территории централизованное и контролируемое обеспечение питьевой водой населения и курортных зон из-за ведомственной разобщенности отсутствует.

1.2.1 Рельеф

По рельефу территория области на макроуровне делится на две крупные части – озерная впадина и сыртовые нагорья Центрального и Внутреннего Тянь-Шаня. Котловину озера обрамляют хребты субширотного простирания – Тескей и Кунгей Алатао с абсолютными высотами около 5000 м. Эти хребты, как две гигантские горные дуги, опоясывают котловину, соединяясь на востоке и западе. У западной оконечности озера Кунгей Алатао имеет высоту около 3000м над ур. м., несколько восточнее – 4771м., а далее к востоку постепенно понижается. Тескей Алатао, наоборот, наибольшей высоты достигает в

восточной части (5391м), где гребневая зона целиком лежит выше снеговой линии. Перепады высот от зеркала озера составляют порядка 3000-3500 м. В западной части котловины пролегает долина реки Чу, образуя Боомское ущелье и в восточной части – долины рек Тюп и Жыргалан с водоразделом по хребту Тасма.

В целом для Тескей и Кунгей Алатао характерно разнообразие форм и типов рельефа. Рядом с плоскими впадинами и окаймляющими их холмистыми предгорьями находятся глубоко расчлененные склоны гор с узкими, трудно проходимыми долинами быстрых рек, острыми зубчатыми гребнями водоразделов. Над ними возвышаются альпийские гребни горных гряд с фирновыми полями и ледниками. Склоны расчленены глубокими, хорошо выработанными поперечными долинами, в верховьях которых повсеместно видны следы ледниковой деятельности.

В собственно котловинной части – тектонической впадине, ограниченной с севера хребтами Кунгей, а с юга Тескей Алатао, резко выделяются три основных комплекса рельефа: равнинный, предгорно-адырный и горный. Равнинный комплекс представлен предгорной и приозерной равнинами, современными долинами рек. Ширина подгорной равнины не превышает нескольких километров. Относительные отметки 1609-1900м. В целом весь равнинный комплекс – это район широкого развития процессов аккумуляции продуктов разрушения горных пород. Приозерная предгорная равнина, по мере приближения к горам, сменяется предгорьями (адырами). Горный комплекс котловины включает горный склон хребта Кунгей и северный Тескей Алатао. Высокие горные хребты, окружающие котловину, защищают озеро от холодных арктических воздушных масс и от жаркого дыхания Центрально-Азиатских пустынь.

На юг от Иссык-Кульской котловины располагаются обширные высокогорные пустыни сыртовые нагорья. Это приподнятые на большую высоту древние денудационные поверхности с отдельными горными массивами до 5000-6000 м, покрытыми ледниками и вечными снегами. В понижениях рельеф мягкий, холмисто-моренный. Здесь находится высочайшая вершина Тянь-Шанских гор – пик Хан-Тенгри (Кан-Тоо) высотой 6995 м.

По рельефу сырты неоднородны. Восточная и южная части

сильно расчленены высокими хребтами, северная и западная заметно сглажены и представляют почти выровненные поверхности. Все сырты по природно-климатическим условиям, а также по возможности их освоения, можно разбить на три основных массива: восточные или Ак-Суйские сырты; центральные или Джеты-Огузские сырты, западные или Тонские сырты. Ак-Суйские сырты имеют наиболее рассеченную поверхность, высокие хребты чередуются с глубокими ущельями. Постепенно повышаясь с запада на восток, они заканчиваются мощным горным узлом Хантенгри, покрытым ледниками. На западе от него отходят хребты Сарыджаз-Тоо, Иныльчек-Тоо и др. Основным морфологическим элементом здесь является долина Сарыджаз, по которой протекает одноименная р. Сарыджаз. На значительной территории рельеф рассеченный. Самыми крупными ущельями здесь являются Кайлю, Талды-Булак, Иныльчек, Каинды, Теректы. Сыртовые сглаженные формы рельефа имеются лишь в верховьях р. Сарыджаз.

Джеты-Огузские сырты расположены в истоках реки Нарын. Они представляют высокие нагорья, сглаженные ледниками. Южная их часть образуется цепью гор системы Какшаал-Тоо. Ландшафты северной части этих сыртов однообразны и суровы. В центре массива расположен мощный хребет Ак-Шийрак, покрытый обширным ледником. На север и запад от него простираются обширные альпийские пространства (урочища Арабель, Кумгор), где встречаются альпийские озера, которые нередко соединены мелкими реками, берущими начало с ледников и вечных снегов.

Тонские сырты приурочены к бассейнам рек Болгарт, Арчалы, Бурхан и представляют всхолмленные пространства. Альпийские ландшафты, а также ледники здесь отсутствуют. Формы рельефа мягкие, холмы невысокие, долины широкие, хорошо задернованные растительностью.

Процесс горообразования на территории продолжается и по сей день. В результате неотектонических движений происходит подъем и опускание отдельных участков поверхности. Максимум подъема приходится на массив Хан-Тенгри, максимум прогибания на Иссык-Кульскую впадину. Территория входит в сейсмически активный пояс молодых горных образований. За последние годы на территории региона зафиксированы сильные землетрясения: 8-бальное Тюпское в 1978 г, 6-7 – бальное Барскоонское в 1979

г., 7- бальное Каджы-Сайское в 1980 г., 6-7 – бальное Чолпон-Атинское в 1982 г.

1.2.2 Климат

Климат Иссык-Кульской области характеризуется значительной сезонной, пространственной и высотной изменчивостью. Положение в глубине Евразийского материка предопределило незначительное увлажнение территории, но высокогорный рельеф и особенности орографии обуславливают увеличение осадков в отдельных регионах. Сложнорасчлененный рельеф и внутригорное положение Иссык-Кульской биосферной территории оказывают влияние на интенсивность проявления практически всех климатических элементов. Здесь слабо проявляется деятельность южных и юго-западных вторжений, хотя на остальной территории Кыргызстана она достаточно активна.

Глубина расчлененности рельефа и ориентация долин сказывается на количестве часов солнечного сияния и суммарном поступлении солнечной радиации. Для всего региона характерно увеличение осадков с высотой, хотя общей закономерности в величине градиента нет. Региональные особенности проявляются в ветровом режиме, в распределении и формировании устойчивого снегового покрова. С высотой изменяется повторяемость таких атмосферных явлений как грозы, град, метели и др.

Атмосферные процессы, протекающие на территории Иссык-Кульской области, определяются общепланетарной циркуляцией, усиливающейся или ослабляющейся под влиянием рельефа. Пониженная облачность особенно нижнего яруса предопределила для Иссык-Кульской области максимальное число часов солнечного сияния. В наименее благоприятных условиях освещенности находятся долины меридионального простираения – это практически все долины рек Иссык-Кульской котловины.

Высокогорное положение Иссык-Кульской области, удаленность от центров активной антропогенной деятельности и большое количество часов солнечного сияния положительно сказались на интенсивности всех видов солнечной радиации. В целом режим солнечной радиации на всей территории Иссык-Кульской биосферной территории благоприятен для различных направлений

деятельности человека. Обратим внимание на еще невостробованную возможность использования солнечной радиации – гелиотехнику. Опытные образцы гелиотехнических конструкций были установлены в некоторых домах отдыха на побережье озера Иссык-Куль и в летнее время работали достаточно эффективно.

Говорить о климате прибрежной зоны как о морском видимо не правомерно, хотя смягчение температур озером проявляется весьма заметно на всем протяжении побережья за исключением его восточной части, где глубоко вдающиеся в сушу заливы зимой замерзают, а на прилегающих участках устанавливается устойчивый снеговой покров. В среднегорной и высокогорной зоне Иссык-Кульской котловины климат меняется от умеренного к умеренно-холодному и влияния озера здесь практически не проявляется.

В зоне развития сыртов, особенно на высотах выше 3000 м по температурному режиму климат близок к климату Арктической тундры. В верховьях р. Большой Нарын средняя минимальная температура воздуха отрицательна в течение всего года. На высотах порядка 2800 м она положительна только в летние месяцы.

Минимальное годовое увлажнение свойственно западной и равнинной части региона. Здесь за год выпадает порядка 120 мм осадков. С продвижением на восток как по южному, так и по северному берегу количество осадков увеличивается до 242-251 мм (ГМС Тамга и Чолпон-Ата) и до 579 мм на крайней восточной оконечности озера – с Түп. Велика мозаичность и в распределении снежного покрова: значительная часть территории малоснежна или бесснежна.

Годовой ход осадков и температур асинхронен, поэтому происходящее потепление должно сказаться на уменьшении увлажнения. В целом на основе анализа материалов палеоклиматов А. В. Шнитников пришел к выводу, что в настоящее время развивается регрессивная фаза многовековой изменчивости увлажненности этот генеральный процесс будет продолжаться не только в XX веке, но и в XXI. Устойчивая тенденция потепления климата позволяет присоединиться к выводу о вероятном снижении увлажненности на территории Тянь-Шаня.

В прибрежной зоне центральной части оз. Иссык-Куль на северном берегу (Чолпон-Ата) преобладают ветры северного и северо-восточного направлений, на южном берегу (Тамга) преобладают южные ветры. В обоих случаях господствующими являются ветры, дующие с обрамляющих котловину хребтов. На востоке и западе котловины наибольшую повторяемость имеют ветры образующиеся в результате прорыва воздушных масс через Боомское ущелье (запад) и перевалившие через перевал Санташ (восток). На всех станциях, за исключением г. Балыкчи, среднегодовая скорость ветра находится в пределах 1,0 (Кайлю) – 2,2 м/сек (Большая Кызыл-Суу). На западном берегу озера среднегодовая скорость составляет 4,7 м/сек и при максимальных порывах случаются стихийные бедствия. Внутригодовое распределение скоростей мало отличается от средней величины, отклоняясь от нее обычно не более чем на 0,3-0,5 м/сек. Следует подчеркнуть, что преобладающие ветры не всегда характеризуются максимальными скоростями. Совпадение наибольшей повторяемости и сильных ветров отмечается для городов Балыкчи и Каракол, что делает в определенной мере возможным использование в этих пунктах энергии ветра.

Среди атмосферных явлений наибольшая повторяемость свойственна грозам, а максимальные негативные последствия связаны с выпадением града.

1.2.3 Оледенение

Иссык-Кульская область, располагаясь в наиболее внутренней высокой части горной системы Тянь-Шань, характеризуется хорошо развитым оледенением. Здесь 3297 ледников занимают площадь 4304 км². Роль ледников как природного компонента достаточно многогранна: они являются основой гляциально-нивального пояса, активно переформируют рельеф, воздействуют на климат прилегающих к ней территорий, но наибольшую ценность они представляют как аккумуляторы чистых пресных вод и источники стокоформирования. Последнее их достоинство приобретает особую значимость в условиях орошаемого земледелия и недостаточного увлажнения большей части территории рассматриваемого региона. Немаловажное значение ледники приобретают как объекты туристического и альпинистского освоения.

Разнообразие ледников по размерам, степени их доступности и сложности прохождения или восхождения на снежно-ледовые вершины привлекает людей самой различной спортивной подготовки и возраста.

На основании данных многолетних наблюдений с уверенностью можно говорить о повсеместной деградации оледенения.

Загрязнение поверхности ледников – естественный процесс, протекающий с различной интенсивностью в течении всего года. Во всех случаях, попадая на ледник, они изменяют его и, соответственно, интенсивность таяния. В последние годы идет освоение месторождения Кумтор непосредственно в гляциально-нивальном поясе. Взрывные работы проводятся круглый год, постоянно происходит выброс пыли в атмосферу и она разносится по высокогорной зоне. Особенно негативно на эволюции оледенения сказывается загрязнение снега, так как повышенное выпадение пыли ведет к его более раннему сходу, увеличению продолжительности таяния льда и расходной части баланса ледового вещества. Активное расширение объема работ на месторождении Кумтор должно сказаться и на химическом загрязнении ледников. В настоящее время по данным исследований можно утверждать, что рост химического загрязнения ледников наблюдается.

Судя по балансовому состоянию ледников, современные условия их существования не совсем благоприятны. Еще более они ухудшатся, если реализуется прогноз потепления климата. Ухудшение условий существования ледников связывается не только с повышением температур, но и изменением режима увлажнения. Уменьшение количества осадков повлечет за собой увеличение числа солнечных дней, большее поступление прямой солнечной радиации и активизацию таяния. Деструкция оледенения при сохраняющейся тенденции потепления климата в различных районах будет происходить с неодинаковой интенсивностью. Практически полностью исчезнут ледники на таких хребтах как Джетым и Джетымбель, на большей части южного склона хребта Кунгей Алатао, хребте Борколдой. Минимальные изменения затронут крупнейшую ледниковую систему Энильчек.

Реки исследуемого региона, за небольшим исключением по характеру водного режима относятся к тьянь-шанскому типу, характеризующемуся половодьем в теплую часть года. Существенный вклад в формирование стока теплого периода принадлежит талым ледниковым водам. В экстремальные по климатическим условиям годы роль ледников, как источников формирования стока изменяется в широких пределах: в холодные и влажные их вклад невелик, в сухие и влажные доля ледниковой составляющей резко возрастает. Устойчивость отрицательного баланса ведет к сокращению размеров оледенения и в конечном итоге к уменьшению водности рек. Потепление климата приведет к повышению объемов ледникового стока на южном склоне хребта Кунгей Алатау на 8,4%, на северном склоне хребта Тескей Алатау на 41,1%.

К 2025-2030 годам потепление должно достичь 2 градусов и в этих условиях ледниковый сток на первом хребте снизится до 75 %, а на втором возрастет на 50 % в сравнении с периодом 50-х годов текущего столетия. Распад оледенения приведет к сокращению общего стока р. Большой Нарын к 2025 г на 25 %, а р. Малый Нарын на 18%.