

## Лекция №2

### Тема: Ресурсы горных экосистем и их развитие

#### План:

1. *Воды высокогорий - ресурс глобального значения*
2. *Воздействие человека на водные ресурсы*
3. *Оценка водных ресурсов гор*
4. *Проблемы гидрологических изменений в горных регионах*

#### ***1. Воды высокогорий - ресурс глобального значения***

Почти все главные реки мира и многие второстепенные берут начало в горных областях и составляют большую долю водных ресурсов земного шара. Страны, в которых горные регионы занимают значительную площадь, обычно хорошо обеспечены водными ресурсами. Нередко часть из них изначально находится в виде снега и льда. Реки, стекающие с гор, передают часть водных ресурсов населению, живущему в этих бассейнах. Подобная черта отчетливо проявляется, в частности, в засушливых (аридных) и полузасушливых (семиаридных) областях Западной Азии и Латинской Америки, характеризующихся сочетанием хорошо увлажненных горных хребтов и сухих равнин, пересеченных реками, стекающими с гор. Даже в умеренных областях земного шара большая часть водных ресурсов стран, расположенных в низовьях рек, зависит от горных областей, расположенных в верховьях рек. Самые ранние цивилизации, такие, например, как Египет, Месопотамия и Китай, обязаны своим существованием обильным водным ресурсам - в основном горным рекам, подверженным паводкам. В этих и более поздних цивилизациях вода ценилась потому, что она обеспечивала определенные жизненные возможности. Например, для кельтов, которые до римлян населяли большую часть Европы, вода лежала в основе их ритуалов и обычаев. Во множестве религий вода и сегодня играет такую же роль.

Эта часть курса исследует роль гор с точки зрения водных ресурсов.

Гидрологические характеристики. С гидрологической точки зрения горы представляют собой парадокс. Хотя они служат источником большей части мировых водных ресурсов, познания о гидрологии гор в целом гораздо менее обширны, надежны и точны, чем знания об этих особенностях в других природных регионах. Гидрология гор - весьма перспективное направление для исследователей и практиков, желающих углубить свое понимание этого предмета. Гидрологические исследования в горных областях часто выполняются в соответствии с различными программами изучения типичных и экспериментальных бассейнов. Существенные неудачи ряда гидрологических инженерных проектов, разработанных для горных областей, имеют общую причину, поскольку эти проекты основывались на весьма ограниченной исходной информации. В течение нескольких лет и даже десятилетий ежегодный сток воды или размеры паводков могут сильно отличаться от ожидаемых.

Особенности морфоскульптуры и структуры большинства горных регионов в гидрологическом отношении определяют следующие характеристики:

1. Временная консервация воды в форме снега и льда, что приводит к задержке стока. Снежный покров, образующийся в высокогорьях в зимние месяцы, тает весной и обеспечивает сезонный сток больших объемов воды в речные системы, а в отдельных областях - подпитывание грунтовых вод.

2. Естественные озера и искусственные водохранилища в горных областях могут использоваться для многих целей и, прежде всего, для водоснабжения, ирригации, производства электроэнергии и контроля за паводками. Объемы воды, задержанные с целью уменьшения паводков в расположенных ниже по течению регионах, позднее могут быть успешно использованы.

3. Потенциальная энергия водных ресурсов гор широко применяется для получения электроэнергии. Многие страны, как, например, Норвегия, Швейцария и Канада, удовлетворяют большую часть своих потребностей в электроэнергии именно таким образом. Значение гор с точки зрения водных ресурсов обусловлено, главным образом, увеличением количества осадков, которое порождается подъемом воздушных масс и накоплением над горами влажного воздуха. Этот орографический эффект происходит из-за действия нескольких метеорологических механизмов, которые, в зависимости от обстоятельств, могут функционировать отдельно и вместе.

Часть этого увеличенного количества осадков выпадает в виде снега в регионах, расположенных на больших высотах над уровнем моря и на высоких широтах, формируя ледники и ледниковые покровы в местах, где условия благоприятны для процесса образования фирна. Конкретное соотношение между количеством осадков и высотой местности меняется в разных частях мира в зависимости от количества влаги в воздухе и его температуры, крутизны склонов, механизма (или механизмов) действия и некоторых других факторов, таких, например, как время года. Однако в обширной литературе по этой теме большинство оценок общего увеличения ежегодного количества осадков с высотой на наветренных склонах обычно находится в диапазоне между 0,05 и 7,5 мм осадков на 1 м высоты. В некоторых горных цепях максимальное количество осадков отмечается в высотном поясе между 1500-4000 м, а от этого уровня количество осадков уменьшается. Всеобщность утверждения - предмет серьезных дебатов, а сделанный вывод может быть распространен только на те места, где проводились наблюдения. С подветренной стороны гор градиент выпадения осадков более крутой, характер их распространения более изменчив, и могут быть обнаружены значительные области «дождевой тени» с низким суммарным количеством осадков.

Горы оказывают заметное воздействие на общее распределение климатических зон земного шара. В микромасштабе горы также могут

вызывать большие климатические различия, и это воздействие весьма важно с экономической точки зрения.

Наличие большого количества облаков - уникальная особенность горных территорий. В некоторых семиаридных областях непосредственно из этих облаков извлекается значительное количество осадков, но их роль более существенна во влажных горных областях, особенно там, где имеются леса. Крона леса, непрерывно смачиваемая влагой, «перехваченной» из облаков, может изменять общие скорости круговорота воды, что, в свою очередь, приводит к изменению водного баланса. Присутствие облаков также уменьшает поступающую солнечную радиацию и, следовательно, снижает скорость испарения. Логично предположить, что испарение уменьшается с высотой, хотя все основные проверки показывают несоответствие этому предположению. Для Альп соотношение испарения и абсолютной высоты характеризуется среднегодовыми градиентами от 0,07 до 0,36 мм на 1 м высоты.

Жидкие или твердые осадки, достигающие земли, через какое-то время расходуются на испарение и на формирование насыщенных или ненасыщенных грунтовых потоков и поверхностного стока. Относительная величина каждой из этих составляющих определяется особенностями конкретной поверхности, включая такие факторы, как градиент или мощность почвенного покрова. Когда типично горные маломощные почвы насыщаются, замерзают или замещаются скальной горной породой, поверхностный сток увеличивается. Тип растительности, ареал распространения и плотность лесного покрова влияют на гидрологический цикл. Хвойные деревья, например, могут прерывать выпадение осадков, изменять микроклимат и местный баланс энергии, менять скорость испарения и задерживать таяние снега. Деревья изменяют состояние почвы, они создают подстилку, с помощью корневой системы формируют систему каналов и, кроме того, отбирают из нее влагу. Они перестраивают картину наземного и грунтового потоков и изменяют время, необходимое для

попадания этих потоков в речную сеть. Горы обеспечивают высокий удельный сток, который определяет их значение с точки зрения водных ресурсов, за исключением мест, где происходит глубокое просачивание и разгрузка в грунтовые воды. Эффективность стока (отношение речного стока к полному количеству осадков) в основном возрастает с увеличением высоты над уровнем моря и ростом количества осадков. Горные водосборы, даже в отсутствие разрушающих факторов, служат также эффективными поставщиками взвеси, другой составной части речного стока. Иногда сток из горных областей формируется талыми водами ледников, расположенных в высокогорьях и сохраняющихся там благодаря морфоскульптуре рельефа. Однако основной вклад вносит сезонное таяние снега. Эти факторы, а также экспозиция и уклоны склонов присутствие торфа и естественных путей дренирования придают горным регионам разнообразие, которое не может быть достигнуто на равнинных территориях. Благодаря этой гидрологической неоднородности, горные регионы привлекают человека, но вместе с тем служат источником большинства опасных явлений, которым подвергаются люди, живущие в горах.

## ***2. Воздействие человека на водные ресурсы***

В большинстве регионов горы подвергаются интенсивному давлению, вызванному человеческой деятельностью, давлению, которое будет усиливаться, поскольку население Земли возрастает и увеличивает свою подвижность. Так что отдаленность и труднодоступность уже не служат гарантией недоступности. Большая часть этих воздействий оказывает влияние на гидрологический цикл, изменяя величину стока и качество воды. Подобные изменения в горах, в свою очередь, оказывают воздействие на сопредельные регионы. Одно из главных последствий этого состоит в том, что в будущем горы не смогут удовлетворять запросы на водные ресурсы, как это было в прошлом.

Воздействие на водные ресурсы в горах было первоначально связано с освоением природных ресурсов: добычей полезных ископаемых, разработкой древесины, развитием сельского хозяйства и непосредственно – с использованием воды. Раньше оно было результатом непрерывного расширения населенных пунктов, сельскохозяйственного производства, сети дорог, а также роста интереса к проведению досуга, в частности, развития зимних видов спорта. В последнее время горы стали испытывать все увеличивающееся воздействие извне, связанное с загрязнением воздуха и кислотными дождями, которые создают основные проблемы.

Уничтожение леса изменяет объем и распределение водных потоков. Быстрый поверхностный сток воды на безлесных участках происходит в течение короткого времени. Увеличение периода стока возможно лишь при восстановлении растительного покрова. Если леса не успевают восстанавливаться, то изменения водного режима в регионе продолжают усиливаться.

Поскольку величины составляющих водного баланса для гор в основном больше, чем для других физико-географических регионов и градиенты намного более резкие, объемы транспортируемых материалов обычно велики и деградация бассейнов происходит быстрее. Выщелачивание биогенных веществ идет с большей скоростью, обедняя почву и загрязняя воду.

*Пример Швейцария - маленькая горная страна, количество осадков 1450 мм в год или 60 км<sup>3</sup> воды снабжает четыре главные Европейские реки: Рейн, Рону, Дунай и По; воды перемещаются за границы Швейцарии – во Францию, Германию, Австрию, Италию и др. страны единой гидрологической сети. В Швейцарии запасено 136 км<sup>3</sup> воды в озерах и водохранилищах и еще 74 км<sup>3</sup> в ледниках. При отсутствии осадков этот запас может поддерживать сток воды в течение 5 лет.*

### ***3. Оценка водных ресурсов гор***

Программы оценки водных ресурсов состоят из множества компонентов: сбора гидрологических данных; сбора данных по геологии, растительности и почвам; применения научных методов для получения оценки с помощью этих данных.

Горы представляют собой главные «водонапорные башни» для большей части континентальных областей в субтропических и высокоширотных зонах. Это жизненно важно в ряде засушливых областей мира, где обеспеченность водными ресурсами полностью зависит от дебета воды в реках, пополняемых более чем на 90% за счет осадков в горных областях, в зоне расположения истоков этих рек.

Многие регионы мира и их население, экономика и экология сильно зависят от водных ресурсов, формирующихся в высокогорных областях.

Например:

1. Огромные районы Центральной Азии и Каспийского и Аральского морей и Туранской равнины до Дальнего Востока с резко континентальными климатическими условиями, включая большие пустынные области, где среднее количество осадков  $P$  может быть менее 100 мм в год, и почти вся континентальная область с  $P < 500$  мм, большая часть которых теряется при испарении. Высокогорные цепи на юге внутриконтинентальных засушливых областей имеют приблизительно 500-2000 мм в год. Здесь располагаются истоки многих рек: Терека (Кавказ), Амударьи (Памир) и Сырдарьи (Тянь-Шань), которые питают Аральское море; Тарима (Наньиань Куньлунь), Урумчи (Тянь-Шань), которая обеспечивает водоснабжение целой области Урумчи.

2. Пустыни Аравийского полуострова с речным стоком, зарождающимся в горных цепях Йемена и Омана.

3. Пакистанские засушливые и полувасушливые равнины Средней Индии, стекающей с Каракорума (Гималаев).

4. Бассейны рек, стекающих с гор Западной Гаты в Индии.

5. Бассейны Нила и особенно его притоков, стекающих с высокогорных областей Эфиопии.

6. Запад и Средний Запад Северной Америки с основными реками, стекающими со Скалистых и Каскадных гор и гор Сьерра-Невада и направленными и в сторону засушливого Запада, и к сухим областям Среднего Запада.

7. Южная Америка с реками, стекающими с Анд, питающими засушливые области Южной Аргентины и северных районов Чили и Перу.

8. Австралия с ее водными ресурсами, возникающими в горных областях на востоке континента.

9. Европа и Малая Азия, где большинство крупных рек в значительной степени питается водами высокогорных областей: Эбро, Рона, По, Рейн, Дунай / Инн, Тибр, Скандинавские реки, Евфрат и Тигр и др.

В сезонном распределении дебета воды многих горных рек существует специфическая особенность: большая часть осадков накапливается в виде снега, и максимальный приток талой воды в реки происходит весной и летом. Это очень благоприятно в тех областях, где именно в это время года имеет место максимум испарения, или в некоторых местах, например, в Средиземноморском регионе и на западе Северной Америки, где наблюдается летний минимум осадков.

Нет никакого сомнения в том, что климатические и гидрологические условия в высокогорных областях континентов играют доминирующую роль в водоснабжении большей части населения Земли. Следовательно, высокогорные области заслуживают самого пристального внимания с целью контроля и изучения их климатических, гидрологических и экологических вариаций.

#### ***4. Проблемы гидрологических изменений в горных регионах***

Изменчивость осадков и речного стока - основные характеристики большинства горных стран. Оперирование средними величинами часто искажает реальную картину.

Наводнения представляют собой результат высокого речного стока, вызванного ураганами или другими резкими поступлениями воды. Когда поступление воды в поток превышает вместимость русел, по которым он движется, наводнения могут стать опасными для людей и строений, расположенных поблизости. Наводнения - опасный геоморфологический процесс и важный фактор нарушения водной биоты и прибрежной растительности. В горных областях они могут быть вызваны разными механизмами, включая интенсивные ливни короткой продолжительности, длительные ливни умеренной интенсивности, сезонное таяние снегов, часто сопровождающееся дождями, наконец, внезапное поступление воды из мест ее скопления.

Человеческая деятельность может пострадать от наводнений, но может и уменьшить их влияние. При наводнениях водой заливаются низко расположенные земли, границы которых в большинстве случаев можно заранее определить. К сожалению, такие земли нередко самые удобные в горах и наиболее привлекательны для хозяйственной деятельности. Строительство больших дорог и малых дамб - первое воздействие человека на горные паводковые воды. Большие водохранилища могут сдерживать воду даже в случаях, сильного наводнения и существенно уменьшить долю паводкового стока, попадающего в речное русло. Из-за потери больших объемов воды и выпадения осадков во время паводков, водные экосистемы, расположенные ниже больших дамб, кардинально отличаются от экосистем, развивавшихся здесь до их сооружения.

Противоположную картину представляют засухи. Когда осадки и речной сток становятся значительно ниже среднего уровня в течение длительного периода, можно говорить о засухе. Степень засухи

определяется комбинацией величин - дефицита воды и продолжительности этого дефицита. В прошлом засушливые периоды длительностью в несколько лет случались во многих горных районах. Серьезные засухи, длившиеся по несколько десятилетий, устанавливаются по палеоботаническим данным. Люди, как и иные природные сообщества, испытывают дискомфорт от недостатка воды. Ситуация в горных областях, сравнительно богатых водными ресурсами, в период засухи обычно лучше, чем на равнинах. Но если засуха продолжается достаточно долго, может измениться распределение растительности и даже характер высотной поясности в горах.

Управление устойчивым водоснабжением. Оценка водных ресурсов и планирование развития водного хозяйства в пределах речных бассейнов гор позволяют выполнять более последовательные действия в управлении, чем традиционными государственными методами на равнинах. Могут быть спрогнозированы совокупные результаты деятельности по освоению отдельных водных объектов, которые не поддаются оценкам в рамках отраслевых проектов. Тогда возможности адаптации воздействий можно рассматривать для бассейна в целом. Что касается перспектив речного бассейна, то специалистам по водным ресурсам и пользователям водой представляются хорошие возможности исследовать взаимодействия между участками, расположенными в верховьях рек и ниже по течению, между водными источниками, землей и водой, склонами и долинами, сбросом отходов и потреблением воды, деятельностью человека и природными процессами.

Чтобы управлять водой способами, которые не угрожают в будущем ее качеству и не вредят экологическим процессам, следует оценить текущее состояние речного бассейна. Нужно изучить главные факторы, которые в настоящее время наносят вред количеству и качеству воды, и выявить возможности для их устранения. По сравнению со сложнейшими проблемами, связанными с водными ресурсами в густонаселенных

низменных областях, многие из водных проблем горных регионов могут показаться простыми.

Активное вовлечение населения горных областей в управление водными ресурсами может приносить пользу всей речной системе. Исторически коренное население, проживающее у источников рек, игнорировалось при создании проектов по использованию водных ресурсов, предназначенных для населенных центров, расположенных на низменностях. Люди, живущие в горах, как правило, не обладают соответствующим уровнем политического влияния по сравнению с гораздо более многочисленными жителями долин и равнин. Однако и социальная справедливость, и практические аргументы должны быть выдвинуты в поддержку населения гор при освоении водных ресурсов. Многие проекты в свое время нанесли ущерб экономике горных областей отдельных стран, когда экспорт воды оставлял сельские районы без собственного надежного ее источника. Напротив, удовлетворение основных потребностей людей, живущих в горной местности, посредством создания местных систем водоснабжения в населенных пунктах служит решительным шагом в оказании помощи горным районам.

### ***Контрольные вопросы***

1. Роль горных рек в водных ресурсах геосистем.
2. Каковы основные гидрологические характеристики горных рек?
3. Каковы составляющие водного баланса горных стран?
4. Особенности трансформации осадков в горных условиях.
5. Отличительные особенности перераспределения осадков в горах.
6. Основные виды антропогенного воздействия на водные ресурсы в горах.
7. Методологические подходы в оценке водных ресурсов гор.

8. Наводнения и засухи - причины возникновения и последствия их действия.

9. Принципы управления устойчивым водоснабжением.

10. Сохранение водных ресурсов горных регионов.

### **Литература**

1. Айларов А.Е., Плиев Г.И. Горные территории: понятие и содержание монтологии// Состояние и развитие горных систем (материалы научной конференции по монтологии). СПб, РГО, 2002. – С. 19-24.
2. Апхазова И.С. Озера Грузии. – Тбилиси: Мецниереба, 1975. – 182с.
3. Баденков Ю.П. Монтология и устойчивое развитие горных территорий. Новые исследовательские парадигмы // Состояние и развитие горных систем. М-лы научн. конф. по монт. С-Пб., 2002. – С. 25-29.
4. Гротцбах Э., Штадель К. Горные народы и их культура // Горы мира – глобальный приоритет. – М., 1999. – С. 15-34.
5. Ефремов Ю.В. Озера бассейна р.Теберды// Сб. работ Ростовской ГМО, 1977. С.127-144.
6. Ефремов Ю.В. Эволюция горных озер Западного Кавказа// Изв. ВГО,1978. – Т.110 – Вып.5 – С.453-458.
7. Ильичев Ю.Г. Состояние оледенения Карачаево-Черкесской республики и его динамика// Оценка экологического состояния горных и предгорных экосистем Кавказа: Сб. научн. тр. – Ставрополь: Кавказский край, 2000. С. 94-107.
8. Онищенко В.В., Салпагаров Д.С., Салпагаров А.Д. Некоторые результаты комплексных экологических исследований высокогорий Северо-Западного Кавказа, направленные на усиление роли Ассоциации в процессе формирования региональной политики природопользования и охраны природы// Оценка экологического состояния горных и предгорных экосистем Кавказа. Вып. 3. Сб. научн. тр. – Ставрополь: Кавказский край, 2000 – С 11-28.

9. Панов В.Д. Климатические условия и экологическое состояние горной зоны Карачаево-Черкесской республики// Оценка экологического состояния горных и предгорных экосистем Кавказа. Сб. научн. тр. – Ставрополь: Кавказский край, 2000 – С. 53-62.