

Лекция №6

Тема: Горные озера – объекты охраны и рационального использования

План:

1. *Питание горных озер обуславливается климатическими и гидрологическими особенностями рассматриваемого региона.*
2. *. Биогенные процессы в горных озерах*
3. *Антропогенные воздействия на озера*

В науке о горах – монтологии - одним из важных объектов исследований являются горные озера. Они располагаются в различных высотных ярусах гор, имеют разнообразное происхождение и различия по размерам. Являясь характерным элементом горных ландшафтов, озера всегда служили центрами притяжения древних обитателей гор. Горные озера обладают высокой привлекательностью и для современного населения горных стран, которое предпочитает селиться вблизи озер. Широко используются биологические и водно-энергетические ресурсы горных озер, многочисленные группы туристов посещают горные территории с рекреационными и познавательными целями, уделяя большое внимание эстетическому восприятию озерных пейзажей.

Следы стоянок человека эпох палеолита, мезолита, неолита и исторического времени найдены на берегах горных озер, расположенных в широком диапазоне абсолютных высот [40]. Известны многочисленные древние стоянки и поселения на берегах крупнейших озер Альп, на оз. Орхидском на Балканах, на оз. Тразименском на Апеннинах, на оз. Севан на Кавказе, на оз. Иссык-Куль и оз. Чатыркуль на Тянь-Шане, оз. Каракуль и Яшинкуль на Памире, оз. Цинхай (Кукунор) в Нань-Шане, на оз, Титикака и Поопо в Андах, на озерах Эфиопского нагорья и в других горных странах мира. Это свидетельствует о важном экологическом и экономическом значении горных озер для населения горных стран, что обуславливает необходимость их познания и охраны.

В основу комплексной экологической оценки современного состояния водных экосистем положен современный анализ биотических и абиотических факторов, характеризующих водные экосистемы и их подверженность антропогенным воздействиям. Биотический комплекс включает в себя микробиологические, гидробиологические и ихтиологические характеристики водоемов и представлен различными группами гидробионтов: фито- и зоопланктон, фито- и зообентос, перифитон, высшая водная растительность, ихтиофауна [39]. Элементами абиотического комплекса являются гидрологические, гидрохимические и седиментационные характеристики водоемов, составляющие среду обитания гидробионтов.

Из абиотических характеристик для экологической оценки состояния водоемов используют следующие основные показатели среды водоемов : гидрологические – питание, режим уровней озер, проточность (проточные, периодически сточные, бессточные); термический режим воды и донные отложения; прозрачность и цветность воды; гидрохимические параметры – общая минерализация, ионный состав воды, активная реакция воды (рН), содержание биогенных элементов (N,P), количество растворенного в воде кислорода (O_2); седиментационные параметры – гранулометрический состав и строение донных отложений, скорость осадконакопления, содержание карбонатов и органического вещества в составе осадков, наличие сероводорода [23].

1. Питание горных озер обуславливается климатическими и гидрологическими особенностями рассматриваемого региона.

Первый фактор определяется высотной поясностью территории, климат меняется от умеренного влажного типа до высокогорного нивального. Второй фактор определяется участием подземных вод, формирование которых зависит от литологии и трещиноватости горных пород, характера их залегания и развития карстовых процессов.

Термический режим озер. Температура воды горных озер, расположенных на различных высотных уровнях обуславливается следующими факторами (по Ю.В. Ефремову, 2000):

- 1) метеорологическими условиями, которые определяют тепловой турбулентный обмен между водой и атмосферой. Изменение температуры воздуха всегда влечет за собой изменение температуры воды, но амплитуда колебаний воды значительно меньше, чем воздуха;
- 2) наличием питания за счет ледников и снежников. Установлено, что данный фактор аномально меняет динамику температуры воды с изменением температуры воздуха [23];
- 3) морфологическими особенностями котловин (глубина, извилистость береговой линии, форма и размеры озерного водоема). Установлено, что на некоторых исследованных озерах в зоне мелководья и отдельных заливах температура воды на несколько градусов выше, а в глубоководной открытой и малоизрезанной части озера – ниже;
- 4) впадающими в озерный водоем речными потоками;
- 5) затененностью склонов горных хребтов. Озера, расположенные в тени, имеют более низкую температуру, чем открытые;
- 6) характером сточности и прозрачности. В проточных озерах температура воды всегда ниже, чем в бессточных. В проточных, непрозрачных озерах (с большим количеством взвешенных частиц) температура воды намного ниже, чем в прозрачных.

Из вышеперечисленного следует, что формирование термического режима озерного водоема является сложным процессом. Однако главную роль в нем играют климатические факторы, поскольку они обуславливают приход и расход тепла во времени и распределение его в водной массе.

Горизонтальное распределение температуры в озерных водоемах всегда характеризуется большей или меньшей неоднородностью. Чем

сложнее форма озера, тем резче выражена горизонтальная неоднородность температуры. Наибольшее значение положительной температуры наблюдалось на отмелях, вблизи береговой линии и мелких заливах, удаленных от берегов местях. На горных озерах наблюдаются значительные колебания средней суточной температуры поверхности воды. В зависимости от расположения озер в высотных зонах она может изменяться от 0 до 25⁰С. Средние месячные значения температуры воды также испытывают значительные колебания.

Вертикальное распределение температуры в водной толще зависит от размеров и формы котловин. В связи с этим особенности термического режима рассматриваются по отдельным высотным поясам.

По немногочисленным литературным источникам [2; 21; 22] и другим данным, на озерах, расположенных в различных высотных зонах, установлены некоторые особенности ледовых явлений на горных озерах рассматриваемого региона.

Большое разнообразие климатических условий обуславливает исключительную пестроту ледовых явлений на озерах Большого Кавказа. В высокогорной части рассматриваемого региона сроки появления ледовых образований на разных высотах различны. Они имеют широкий диапазон – с начала сентября до конца октября. Сроки ледовых явлений, определяемые морфологией котловин, термозапасом озер и метеорологическими условиями, колеблются от 2 до 11 суток. Крайние даты появления ледяных образований для отдельных озер колеблются в широких пределах – от 50 до 100 суток. В зависимости от высотной зоны продолжительность периода с ледовыми явлениями составляет 300 суток.

Горные озера вскрываются в период с конца марта по август в зависимости от высоты зоны.

В среднегорной зоне Западного Кавказа ледовые явления характерны в меньшей мере, чем в высокогорной. Продолжительность ледостава

колеблется от 0 до 100 суток, в зависимости от высоты озера над уровнем моря и суровости зимних условий.

Ледовые явления в значительной мере контролируют продолжительность и интенсивность осадконакопления. Оно практически прекращается в период ледостава на высокогорных озерах и в значительной мере уменьшается на озерах низкогорной и среднегорной зон.

Гидрохимические особенности озерных вод. Некоторые сведения о гидрохимическом режиме отдельных озер содержатся в работах Н.Н. Липиной и О.А. Липина (1962), Ефремова (1966). Эти работы отражают особенности газового режима, ионного состояния и минерализации озерных вод, их прозрачности и цветности. Воды высокогорных озер Западного Кавказа не имеют запаха и обладают вкусом снеговой воды. Прозрачность воды в сильной степени зависит от освещенности воды солнцем и наличия взвесей и планктона и меняется в широких пределах – от 1,0 до 18м. Наибольшая прозрачность воды отмечается в каровых, глубоких, непроточных озерах.

Формирование химического состава вод горных озер происходит в обстановке взаимодействия и различия физико-географических факторов. Основными факторами формирования озерных вод является комплекс климатических, геологических, биологических и других условий бассейна, водосбора и самого озера.

С понижением гипсометрического положения в целом намечается закономерность повышения минерализации вод. Большинство высокогорных каровых озер имеет малую минерализацию воды – от 8 до 25 мг/л. Минерализация воды озер, расположенных в пределах днищ троговых долин, колеблется от 25 до 101 мг/л. Активная реакция воды (рН) и режим растворенных в ней газов (кислорода и углекислого газа) зависят от интенсивности их поступления и потребления в воде. В озерных водоемах указанные компоненты зависят от изменений термического режима водного бассейна, а также от проходящих в них биохимических процессов.

Важную роль в жизнедеятельности растений и живых организмов играет растворенный в воде кислород (O_2) и углекислый газ (CO_2). Концентрация O_2 в озерах колеблется от 6,72 до 15,2 мг/л. В целом большинство высокогорных озер очень богато кислородом, во всех слоях водной толщи насыщение близко к нормальному. Наиболее высокий дефицит кислорода наблюдается в придонных слоях, где идет интенсивный процесс разложения растительных остатков у дна.

Количество CO_2 в зависимости от времени года и высотного положения озера колеблется от 1,0 до 15 мг/л. Количество углекислоты, как правило, наибольшее у дна озерного водоема и наименьшее у поверхности. Накопление свободной углекислоты в придонном слое параллельно потреблению здесь растворенного кислорода.

2. Биогенные процессы в горных озерах

При анализе экологического состояния водных объектов по характеру гидробиологических сообществ более высокого ранга в разнотипных водоемах, прежде всего, определяются индикаторные комплексы фито- и зоопланктона, соотношение которых может характеризовать трофический статус водоемов. Фито- и зоопланктон являются хорошими индикаторами кратковременных, локальных и относительно незначительных антропогенных воздействий, что позволяет использовать данные о состоянии планктонных сообществ для изучения локальных антропогенных воздействий на водоем [39].

Озерные водоемы, расположенные на различных высотных уровнях, отличаются в значительной степени друг от друга гидробиологическим режимом. Такие различия обусловлены суровыми климатическими условиями. По этой причине температура воды очень низка в течение летнего сезона, и большинство озер находятся подо льдом до 8 – 9 месяцев в году. Поэтому озера, расположенные в нивально-гляциальной и альпийской зонах, относимые к ультраолиготрофным, не содержат высшей водной растительности и, собственно, даже бентоса. Озера, расположенные вблизи

границы леса и в субальпийском поясе, – это олиготрофные водоемы со слабыми элементами макрофлоры и появлением в бентосе олигохет и с весьма слабым преобладанием фитопланктона над зоопланктоном, с почти равным соотношением в нем коловраток и рачков.

Влияние биогенных процессов на осадконакопление. Биогенные отложения в озерных водоемах во многом определяются их биологической продуктивностью. Как известно, в озерах накапливаются как минеральные, так и органические вещества. Основная часть органических веществ – результат жизнедеятельности организмов, т.е. тех, которые производят органическое вещество в результате фотосинтеза. В основном это водоросли фитопланктона, фитобентоса и перифитона, а также высшая водная растительность. Скорость роста водной растительности, а, следовательно, и количество новообразованного органического вещества в водоеме зависит от многих факторов (освещенность, глубина, температура воды и пр.), из которых важнейшими являются обеспеченность питательными элементами и температура воды. К ним, прежде всего, относятся широко распространенные соединения фосфора, азота, калия, железа и ряда других химических элементов, которые являются питательными веществами для наземной и водной флоры. Биологическая продуктивность зависит также и от водного режима озерного водоема, т. е. от его проточности.

В озерах, расположенных в нивально-гляциальной и альпийской зонах, аккумуляция донного вещества происходит за счет аллохтонных, терригенных осадков. Мощность отложений зависит от интенсивности поступления рыхлого материала в акваторию озерного водоема и от его возраста. В озерах, расположенных в субальпийском и лесном поясах, доля органического вещества в составе донных отложений возрастает так же как и воздействие автохтонных осадков.

3. Антропогенные воздействия на озера

Вопросы рационального использования и охраны природных вод с каждым годом приобретают все большее значение. Оценка влияния

хозяйственной деятельности на водные ресурсы (озерные водоемы) находится в начальной стадии изучения и в большинстве случаев имеет качественный характер. Сложность природных связей, с одной стороны, и недостаточная изученность количественных взаимодействий и зависимостей между физическими, химическими и биологическими процессами – с другой, затрудняет построение таких прогнозов. В практике широко используется метод экспертных оценок и вероятное прогнозирование природных процессов при антропогенном воздействии на горные ландшафты на основе численных рядов наблюдений и выявленных тенденций развития природных систем.

Антропогенное воздействие на природные водные системы проявляется в следующих видах:

- хозяйственная деятельность на берегах озер, направленная на удаление лавинно-селевых отложений, обвальных и камнепадных масс с целью расчистки дорог, смотровых площадок, сооружений магистральных трубопроводов;
- интенсивная рекреационная деятельность на берегах озер. Совершенно очевидно, что происходит заметное загрязнение бытовым мусором как акваторий озерных водоемов, так и их берегов.

Рассмотренный комплекс гидрологических, гидрохимических и гидробиологических характеристик озерных водоемов [23] дает возможность оценить на качественном уровне экологическое состояние озер Большого Кавказа:

1. В настоящее время условия существования высокогорных озер благоприятны, т.е. все они находятся в зоне избыточного увлажнения, что создает благоприятные условия их питания. В ближайшее время в приледниковой зоне сохранится тенденция увеличения количества озер и их размеров. Влияние антропогенных факторов пока можно считать незначительным.

2. В среднегорной зоне условия существования озерных водоемов менее благоприятны, поскольку в силу природных условий они интенсивно зарастают водной растительностью, повышается общая минерализация, качество воды ухудшается. Это приводит к изменению трофности водоемов, т.е. постепенному переходу от олиготрофной к мезотрофным и дистрофным стадиям. Развитие хозяйственной деятельности и рост водопотребления на этом фоне ускоряют процессы эвтрофирования и приводят к деградации водных экосистем. В целом антропогенное воздействие на водоемы пока еще не превысило критических величин. Однако в ряде районов выявлены опасные экологические ситуации, отмечена повсеместная тенденция к усилению антропогенного эвтрофирования водоемов. Эти тревожные симптомы необходимо учитывать при развитии народного хозяйства и рекреационных зон на территории Большого Кавказа.

В результате различных аспектов исследований горных ландшафтов [49; 22; 55] выявлены основные закономерности возникновения и эволюции горных озер Большого Кавказа. Изучение горных озер и их пространственно-временных параметров имеет большое значение в монтологии, поскольку в последние десятилетия горные территории Кавказа все больше осваиваются рекреационной и хозяйственной деятельностью. Суровая красота гор гармонична лишь в сочетании с очаровательными синеголубыми глазами многочисленных озер. Голубые озерные сокровища всегда манили к себе как исследователей природы, так и многочисленных туристов. Из-за труднодоступности и удаленности от населенных пунктов большинства озер их исследование проводилось эпизодически отдельными энтузиастами или попутно с другими видами работ. В последние десятилетия исследование озер принимает разносторонний комплексный характер. При этом программы исследований предусматривают широкомасштабное изучение горных территорий с обязательным учетом

антропогенных факторов и изучение последствий хозяйственной деятельности, что, несомненно, соответствует принципам науки – монтологии.

Исследуя горные озера Западного Кавказа, Ю.В. Ефремов (2001) пришел к следующему заключению: *«Согласно существующим представлениям, процесс формирования и развития озер высокогорных районов Западного Кавказа – следствие климатической изменчивости, выраженной в стадийном отступлении ледников и проявлении современных геоморфологических процессов (эрозионно-аккумулятивных, нивально-гравитационных и др.)»*. Наиболее благоприятные условия для формирования озер проявляются при сочетании факторов избыточного увлажнения, водонепроницаемой поверхности и наличия замкнутых котловин. Такие условия существуют повсеместно в пределах Главного Бокового и Передового хребтов, где сосредоточена большая часть озер. Распределение озер в этом регионе определяется широтно-зональным распространением основных структурно-литологических зон и высотной поясности современных геоморфологических процессов.

Все озера в рассматриваемом регионе находятся в зоне избыточного увлажнения. Суммарное испарение с поверхности водоемов меньше, чем годовая сумма осадков, поэтому всегда существует избыток влажности. Следовательно, уровень воды озер не имеет тенденции к понижению. Наблюдается колебание уровня воды в озерных водоемах как в течение сезона, так и в многолетнем плане.

На основе анализа элементов климата (температур воздуха, атмосферных осадков) за период с 1870 по 1990гг, а также динамики оледенения установлены тенденции дальнейшего образования и изменения озерных водоемов.

- 1) В высокогорной зоне Западного Кавказа по мере отступления ледников сохраняется тенденция образования новых гляциальных озер. Такие водоемы повсеместно возникают в нивально-гляциальном поясе. Время

существования высокогорных озер, по мнению Ю.В. Ефремова (2001), в ближайшем будущем будет определяться их высотным положением (чем выше, тем дольше будет существовать), морфометрическими и морфологическими особенностями озерной котловины, гидрологическим режимом, интенсивностью современных геоморфологических процессов и многими другими факторами. Вероятно, наиболее долговечными оказываются крупные и глубокие озерные водоемы, т.е. каровые озера, возникшие в период деградации оледенения стадии Фернау (малой ледниковой эпохи). Время их существования колеблется от 1000 до 2000 лет. Менее долговечны (порядка нескольких сотен лет) запрудные озера, возникшие на дне троговых долин вследствие активного проявления экзогенных процессов. Практически все эти озерные водоемы уже деградировали на 30-100%. Поэтому время их существования в ближайшем будущем невелико (порядка нескольких десятков лет).

- 2) Интенсивная лавинная и селевая деятельность в высокогорной зоне данного региона также способствует образованию эфемерных озер. Особенно важно предугадать последствия их прорыва.

Таким образом, для высокогорной зоны Западного Кавказа в настоящее время, в силу продолжающегося распада оледенения, характерно увеличение числа озер, в то время как для низкогорной – среднегорной зоны – уменьшение как по естественным причинам, так и вследствие непродуманной хозяйственной деятельности.

Некоторые аспекты изучения горных озер, имеющие научно-теоретическое значение, выглядят следующим образом:

- 1) Озерные водоемы – такой объект окружающей среды, который дает возможность проследить изменения, происходящие во всем озерном водосборе. Исследования таких изменений, которые на протяжении многих лет происходят на окружающей озеро территории и его

озерных отложений, дает возможность изучить историю развития всей водосборной площади озерного водоема.

- 2) Озера – источники высококачественной пресной воды. Потребность в ней с каждым годом возрастает по мере освоения горных территорий для нужд рекреации и хозяйства. Нехватка питьевой воды уже сейчас существует во многих городах и населенных пунктах. В то же время в ступенчатых долинах Западного Кавказа находятся природные хранилища пресной, исключительно чистой воды – высокогорные озера. Их воды могут использоваться курортными объектами, рудниками и населенными пунктами.
- 3) Многие горные озера являются регуляторами стока горных рек. Во многих случаях они предотвращают возникновение паводков, которые иногда носят катастрофический характер. Важной задачей при дальнейшем освоении горных территорий является мелиорация деградированных озерных водоемов, т.е. мероприятия, направленные на улучшение озерных котловин (углубление, обвалование, очистка от водорослей, аэрация вод и т.п.) до требуемой нормы водно-солевого баланса, регулирования количественного и качественного состава растительных и животных организмов.
- 4) Многие высокогорные озера практически изолированы и до настоящего времени не затронуты хозяйственной рекреационной деятельностью. Сохранение и поддержание таких озер в их естественном состоянии дает возможность проследить основные этапы их хранения, а также проводить важные для хозяйства и рекреации работы (заповедные озера).

На Северном Кавказе есть все возможности для развития туризма и курортного дела. Однако чрезмерная нагрузка может привести к потере эстетической привлекательности озерных водоемов. Поэтому необходима тщательно продуманная политика по рекреационному освоению высокогорных территорий. При разработке маршрутов необходимо строго

определять правила посещения и пользования озер, предотвращения их загрязнения [23].

Контрольные вопросы

1. Каковы причины возникновения горных озер?
2. Что лежит в основе комплексной экологической оценки современного состояния водных экосистем?
3. Как изменяется температура воды горных озер и какими факторами она обуславливается?
4. В чем сущность горизонтального распределения температуры озерных водоемов?
5. Охарактеризуйте вертикальное распределение температуры в водной толще горных озер.
6. Приведите основные гидрохимические характеристики, типичные для горных озер.
7. Объясните кратко сущность биогенных процессов в горных озерах.
8. Какие антропогенные воздействия на горные озера Вам известны?
9. Как осуществляется оценка экологического состояния горного озера на качественном уровне?
10. Какова роль горных озер в монтологии?
11. Как Вы оцениваете современное состояние горных озер на Западном Кавказе?
12. Каковы тенденции дальнейшего образования и изменения озерных водоемов Западного Кавказа?

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. Апхазава 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.