

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА» (СПбГУТ)

Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ»**

**Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование
Разработчик: доцент, к.г.н. Никитин М.Ю.**

**Санкт-Петербург
2018**

Лекция I. Географическая оболочка Земли.

Свойства и основные энергетические источники развития географической оболочки.

Объектом исследования физической географии является оболочка Земли. Существуют две основные модели Земной оболочки. Первая модель – вертикальная или геосферно-оболочечная, представляет собой географическую оболочку. Вторая модель – горизонтальная или территориальная, которая дополняет географическую оболочку, получила название ландшафтная оболочка.

Географическая оболочка – это глобальная геосистема образовавшаяся в результате взаимодействия в приповерхностном слое Земли её компонентных оболочек (геосфер), разделенных по удельному весу их вещества. В число компонентных геосфер включаются тропосфера, литосфера и гидросфера, а также производные от их взаимодействия – педосфера (почва) и биосфера. Они образуют первичную природу географической оболочки. В настоящее время в состав географической оболочки в качестве производной от биосферы включена антропосфера – созданная жизнедеятельностью человека, т.е. вторичная природа.

Ландшафтная оболочка базируется на том, что компонентные оболочки по своим свойствам территориально неоднородны, из-за планетарных свойств земной поверхности. В приповерхностном, т.е. контактном слое их активного, исторически длительного взаимодействия и взаимопроникновения выделяются устойчивые территориально дифференцированные природные и природно-антропогенные комплексы взаимодействующих компонентов. В зоне наиболее сильного их взаимовлияния и трансформации свойств образуется ландшафтная оболочка. Ландшафтные комплексы могут быть разных пространственных масштабов, из них формируется территориальная структура географической оболочки. Это более сложный уровень организации вещества в географической оболочке, т.е. ландшафтный. Причем в ландшафтных комплексах все составляющие их компоненты являются относительно равноправными факторами формирования ландшафтных комплексов. На современном этапе развития антропогенный фактор, являясь производным от природы, становится в ландшафтах компонентом равносильным другим природным компонентам. Представленные две модели организации оболочки Земли, которые дополняют друг друга и хорошо согласуются с более общей эволюционно-синергетической моделью развития любых открытых динамических систем.

Каждый элемент географической оболочки взаимосвязан и испытывает на себе влияние всех остальных элементов, причем настолько сильно, что может совершенно изменить первоначальные свойства ландшафта. Примером является химически чистая вода, которая бесполезна для организмов, напротив природная вода, обогащенная новыми свойствами в процессе взаимодействия с горными породами и атмосферой является источником жизни.

Географической оболочкой является область действия климатического кругооборота вещества и энергии.

Как выше было изложено, географическая оболочка Земли включает земную кору (литосферу), нижние слои атмосферы, гидросферу и биосферу, которые взаимно проникают друг в друга и взаимодействуют. Эта целостная саморазвивающаяся сложная система находится в относительно подвижном равновесии. Все составные части географической оболочки и проходящие в ней процессы тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены.

Средняя мощность географической оболочки находится в пределах от 50...60км.

Состав атмосферного воздуха над незагрязненной территорией (на уровне моря) приведены в табл.11., а изменение его состава и давления с высотой над уровнем моря в табл.1.2.

Таблица 1.1

Компонент	Содержание, %	
	по объему	по массе
Азот	78,084	75,5
Кислород	20,95	23,14
Аргон	0,93	1,28
Диоксид углерода (CO ₂)	0,036	0,0479
Неон	$18,0 \cdot 10^{-4}$	$125,0 \cdot 10^{-5}$
Гелий	$5,24 \cdot 10^{-4}$	$7,24 \cdot 10^{-5}$
Метан	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$9,4 \cdot 10^{-5}$
Криптон	$1,14 \cdot 10^{-4}$	$33,0 \cdot 10^{-5}$
Гемииоксид азота (N ₂ O)	$0,53 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-5}$

Таблица 1.2.

Данные о изменении состава воздуха в зависимости от высоты и давления

Высота, км	Объемная доля, %					Давление, кПа
	кислорода	азота	аргона	гелия	водорода	
0	20,95	78,08	0,93	—	—	101
5	20,95	77,89	0,94	—	0,01	54
10	20,99	78,02	0,94	—	0,01	22
20	18,10	81,24	0,59	—	0,04	5,5
100	0,11	2,97	—	0,56	96,31	0,009

За ее верхнюю границу принимают тропопаузу –переходный слой от тропосферы к стратосфере, расположенной на высоте 8...17 км. Нижняя граница географической оболочки располагается в верхней части мантии (рис.1.1)

Границы в которых рассматривается географическая оболочка, определены произвольно. Тропосфера включена в нее потому, что она находится в постоянном взаимодействии с поверхностью земли и ей свойственна географическая поясность, литосфера потому, что её возникновение и развитие происходили под влиянием других сфер (атмосферы, гидросферы и биосферы).

Рассмотрим, какие виды энергии влияют на развитие географической оболочки Земли.

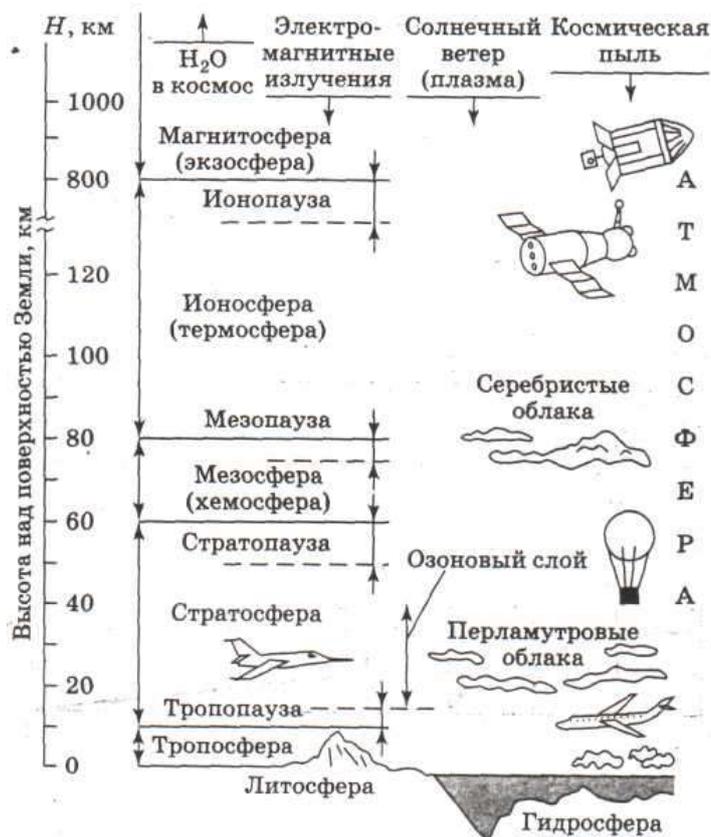


Рис.1.1. Схема вертикальной структуры атмосферы.

Это солнечная радиация, которая дает 99,8% всего тепла, поступающего на земную поверхность, что приблизительно составляет около одной двухмиллиардной доли солнечного излучения в год, поэтому представляет гигантскую величину равную $134 \cdot 10^{19}$ ккал, которая эквивалентна количеству тепла полученного при сжигании 200млрд.т. каменного угля.

При этом используемых в массе Солнца запасов водорода для создания теплового потока, т.е. термоядерной энергии хватило бы, по крайней мере, на 10 млрд. лет, что составляет период в два раза больше возраста нашей планеты.

Солнечная энергия, которая составляет лишь 28% от общего количества солнечной радиации, поступающая на верхнюю границу атмосферы, определяет тепловой режим земной поверхности. В среднем, для всей Земли этот приток солнечного тепла составляет 72ккал/см кв. в год. Он уходит на таяние льдов и испарение воды на фотосинтез – основу всей органической жизни, на теплообмен между земной поверхностью, поверхностными водами и атмосферой, а так же между земной поверхностью и подстилающими ее слоями почвогрунтов с грунтовыми водами.

На фотосинтез растительности суши и моря используется лишь незначительная часть поступающей на земную поверхность энергии, которая в среднем составляет около 0,9%, а в оптимальных условиях увлажнения до 6%, в то время как фотосинтетически активная радиация, которую можно использовать для фотосинтеза составляет 50% от суммарной радиации.

Основными видами энергии, благодаря которым развивается географическая оболочка земли является лучистая энергия Солнца и тепло исходящее из глубин Земли.

Не менее важны и вторичные виды энергии – это результат преобразования первичных энергий, таких как химическая энергия, которая влияет на окислительно-восстановительные процессы и биологическая энергия, которая имеет такие источники

энергии, как фотосинтез у растений, хомосинтез у некоторых бактерий, процессы размножения и прироста биомассы и т.д.

Приблизительно 1/3 общего количества солнечной энергии, приходящейся на верхнюю границу атмосферы, отражается обратно в мировое пространство, 14% поглощается озоновым слоем стратосферы, 9% поглощается остальной атмосферой и лишь половина достигает земной поверхности, но из этой половины 6,5% отражается обратно в мировое пространство. Еще 17% проникает в земную толщу, трансформируется в тепло, которое излучается в тропосферу, что в значительной мере и определяет температуру воздуха.

За счет того, что над сушей меньше облачности, она получает больше солнечной радиации, чем океан такой же площади, но получая солнечного тепла больше, чем океан, суша его больше и отдает. В итоге радиационный баланс поверхности океана составляет 80ккал/см кв. в год, а суши 50ккал/см кв.

Основным двигателем на земле всех природных процессов является солнечная энергия. Без нее прекратилась бы жизнь на земле. Солнечная энергия оказывает сильное развитие на литосферу.

Микроорганизмы – аккумуляторы солнечной энергии, несут следы своей деятельности в осадочных породах. Кристаллические породы под действием глубинной энергии земли, оказавшись на поверхности, под влиянием солнечной радиации, включились в круговорот веществ. Аккумулировать лучистую энергию Солнца и переводить ее в иные формы, является отличительной способностью географической оболочки земли. Важную роль в существовании географической оболочки играет внутреннее тепло, т.е. глубинная энергия Земли, хотя ее поступает примерно в 4,5 тыс. раз меньше, чем солнечной. Глубинная энергия образуется в результате распада радиоактивных элементов (радия, урана и др.) Известно, что 1г радия выделяет в течении часа около 150 ккал, при полураспаде, период которого продолжается примерно 20 тыс. лет, выделяется столько тепла, сколько получается при сжигании 500кг каменного угля. Общая величина тепловой энергии радиоактивного распада оценивается учеными в $45 \cdot 10^{16}$ ккал/в год. Процентное содержание радиоактивных элементов в земной коре невелико, но абсолютное количество измеряется сотнями млн. тонн, которое при самопроизвольном распаде, выделяет тепло, влияющее на разогрев Земли. Кроме того, надо помнить и об энергии выделяющейся при уплотнении вещества Земли, которая так же питает тепловой энергией географическую оболочку Земли. Ученые считают, что сокращение земного радиуса вследствие предполагаемого глубинного сжатия освобождает ежегодно $4 \cdot 10^{18}$ ккал тепла.

Опускание материков и соответственно отступление и наступание морей связано с действием глубинной энергии, которая так же влияет на землетрясения, извержения вулканов и гейзеров, которые периодически выбрасывают фонтаны горячей воды и пара.

Близко лежащие к поверхности слои географической оболочки, где наблюдается наиболее сильный обмен веществ и энергии, происходит прямой контакт под влиянием энергии Солнца, глубинной энергии и техногенной энергии.

В настоящее время с природной энергией действует техногенная энергия, созданная человеческим обществом в процессе производства. Ученые пришли к такому выводу, что она имеет тенденцию к удвоению через каждые 20 лет.

Лекция 2. Зональность географической оболочки Земли.

Поверхность Земли разделена на 13 географических поясов, которые симметрично расположены по отношению к экватору. Следовательно, один экваториальный, два субэкваториальных (в северном и южном полушариях), два тропических, два субтропических, два умеренных, два субполярных (субарктический и субантарктический) и два полярных (арктический и антарктический).

Как известно, распределение Солнечного тепла по поверхности Земли неравномерно, что и послужило основной причиной для возникновения климатических поясов, которые характерны определенными природными процессам.

Одним из этих природных процессов является перемещение воздушных масс, которые однородны для каждого определенного географического пояса. Отметим, что для поясов носящих название экваториальный, тропический, умеренный, арктический, как говорилось выше, характерны свои воздушные массы, а для поясов имеющих приставку «суб», попеременно господствуют воздушные массы соседних географических поясов, например, летом в северном полушарии воздушные массы поступают из более южного пояса, а в южном из северного. Зимой, наоборот, воздушные массы в северном полушарии поступают с севера, а в южном полушарии с юга.

Географические широтные пояса суши неоднородны, так как зависят от расположения их на поверхности Земли, т.е. где они находятся в приокеанических или континентальных районах. Внешние части пояса, т.е. приокеанические лучше увлажнены, а континентальные, внутренние меньше получают влаги, поэтому они более сухие, т.к. сюда влияние океанов мало распространяется. Следовательно, исходя из выше сказанного, пояса делятся на приокеанические и континентальные секторы. Секторность поясов особенно наглядно представлена в умеренных и субтропических поясах Европы и Азии. Здесь влажные лесные ландшафты приокеанических окраин, т.е. двух приокеанических секторов по мере движения вглубь материка сменяются сухими степными, а затем полупустынными и пустынными ландшафтами континентального сектора. Наименее четко секторность проявляется в тропическом, субэкваториальном, и экваториальном поясах. В тропиках пассаты приносят осадки только на восточные окраины поясов.

Пассаты (нем.яз. - происхождение), устойчивые на протяжении года воздушные течения в тропических широтах над океанами. В северном полушарии направление пассата преимущественно северо-восточное, а в южном полушарии – юго-восточное. Здесь расположены влажные тропические леса. Во внутренних и западных районах присутствует сухой, жаркий климат, а пустыни на западных побережьях выходят к самому океану. Отсюда следует, что в тропиках присутствуют два сектора, так же по два сектора имеются в экваториальном и субэкваториальном поясах.

В экваториальном поясе большая часть территории относится к постоянно влажному сектору с влажными «дождевыми» лесами и лишь восточная периферия к сезонному влажному, где распространены преимущественно листопадные леса.

В субэкваториальном поясе находится постоянно влажный восточный сектор с лесными ландшафтами и сезонно влажный сектор, который включает всю оставшуюся часть пояса, где распространены редколесье и саванны.

Самая резкая «секторная граница» проходит там, где на пути воздушных масс встречаются горные барьеры, например, в Кордильерах Северной Америки и Андах. Здесь западные приокеанические секторы ограничены узкой прибрежной полосой равнин и прилегающих горных склонов.

Секторы представляют собой крупные составные части поясов, которые в свою очередь подразделяются на более мелкие единицы, т.е. природные зоны. Основы такого подразделения зависят от соотношения влаги и тепла. Природные зоны в свою очередь подразделяются на более мелкие единицы – ландшафты, которые являются основными элементами географической оболочки Земли. Ландшафты из-за различных климатических условий, микрорельефа, разновидностей почвы могут делиться на более мелкие территориальные элементы низшего ранга (урочища и фации), которые отличаются от других элементов окружающих их (это овраг, холм, склон, поле, лес и т.д.)

Однородные ландшафты слагаются из одинаковых, закономерно повторяющихся сочетаний фаций и урочищ, не свойственных другим ландшафтам. Ландшафты, как правило, не изолированы и влияют друг на друга в процессе перемещения воздушных масс, а так же миграции организмов и т.д.

Природные зоны получили свои названия по растительности, которая характеризует зональные черты, при этом, на распределение растительности оказывает влияние не только зональный климат, но и другие условия, такие как эволюция материков, особенности литогенеза в поверхностных отложениях, а так же влияние прогресса, создаваемого человеческим обществом.

По мере продвижения от арктических районов к экватору, усложняется структура поясов и набор природных зон. В этом направлении на фоне увеличивающегося количества солнечного тепла возрастают региональные различия в условиях увлажнения, а следовательно и более разнообразный характер ландшафтов в тропических широтах. В полярных районах при недостаточном количестве тепла и постоянном переувлажнении этого не наблюдается.

Как известно, климатические условия и не однородное строение земной коры сильно влияют на ландшафтную структуру географической оболочки Земли, что ярко проявляется в горных ландшафтах от подножия к вершинам. Такое явление называется высотной или вертикальной зональностью. Тип вертикальной зональности зависит от того, в каком географическом поясе и в какой зоне расположены горы. При этом смена зон в горах не повторяет их смену на равнинах, следовательно, в горах формируются специфические горные ландшафты.

Круговорот веществ в географической оболочке Земли.

Процессы преобразования простейших минеральных и органических веществ в более сложные соединения, а так же их перемещение и дальнейшее изменение с образованием простых форм является элементарными круговоротами веществ в природе. За счет обмена вещества и энергии происходит взаимовлияние компонентов географической оболочки Земли. Повторяющиеся процессы изменения и перемещения веществ в природе, называется круговоротом веществ. Принято считать, что круговороты имеют характер замкнутых кругов, по которым проходит одно и то же количество вещества, но в действительности круговороты никогда не бывают замкнуты, в связи с тем, что часть вещества в какой-то период исчезают из оборота на длительное время, или вообще выходят из него. Из выше сказанного можно предположить, что в масштабах геологического развития концентрация тех или иных элементов меняется, например, в атмосфере аккумулируются азот и кислород, а в недрах земли соединения углерода виде нефти, угля, известняка и т.д. Кроме того в Земле хранится водород, а так же железо, медь, никель, которые совершают свой круговорот в географической оболочке Земли. Солнечная энергия приводит в движение все круговороты, а участвующие в них химические элементы поочередно переходят из органического состояния в неорганическое, и наоборот. При нарушении равновесия элементов в круговороте приводит их к накоплению в ландшафте, или исчезновению их из него. Например, во время торфообразования, на дне озер или прибрежных болот скапливаются органические отложения, но отсутствие анаэробных процессов мешает его разложению. Или другой пример, сильная эрозия почвы, возникающая при обработке почв и уничтожении лесов, приводит к вымыванию из плодородного слоя почв питательных органических веществ.

Кроме того, часто вещества земли, в том числе воды, не прерывно уходит в межпланетное пространство из внешних слоев атмосферы, где скорость газа начинает превышать критическую или космическую.

Поэтому трудно полностью представить себе и оценить баланс вещества географической оболочки, т.е. соотношение между приходом и расходам, но будем надеяться, что по всей вероятности, этот баланс положителен.

Круговороты таких важных для формирования живого вещества элементов, как углерод, кислород, относятся к основным биологическим циклам.

В процессе круговорота углерода, участвуют много источников его, но лишь углекислота перерабатывается в органическое вещество живых организмов, которое находится в атмосфере в газообразном состоянии или растворенное в воде. Под влиянием фотосинтеза углекислота превращается в сахар, затем протеиды, липиды и другие органические соединения.

Весь ассимилированный углерод в процессе фотосинтеза входит в углеводы, которые являются источниками питания живых организмов. Около трети этого углерода в процессе дыхания преобразуется в двуокись углерода и уходит в атмосферу. Например, ежегодно растения ассимилируют около $100 \cdot 10^{15}$ гр. углерода, из которых приблизительно $30 \cdot 10^{15}$ гр. пополняют запасы двуокиси углерода, за счет дыхания растений. Остальная часть углерода растительных пищевых цепях уходит на дыхание и продукцию животных, бактерий и грибов.

Весь активный неорганический запас углерода проходит круговорот через каждые 300...400 лет, за счет растений и животных ежегодно пропускающих через себя от 0,2 до 0,35 % углерода, находящегося в виде двуокиси углерода в атмосфере и океане.

В круговорот из атмосферы на поверхность ландшафта вовлекается ежегодно около 15% содержащихся в атмосфере двуокиси углерода, время переноса которого изменяется от 7 до 9 лет.

Часть углерода в виде органических веществ накапливается в гумусовом слое, который разлагается с не одинаковой скоростью в различных природных зонах. В отдельных случаях углерод выходит из биологического круговорота, например, при процессах торфообразования.

В воде углерод так же выводится из круговорота, накапливаясь в виде CaCO_3 (мел, известняк) химического или биогенного происхождения. Эти массы углерода остаются вне круговорота на длительное геологическое время.

Топливо-энергетический комплекс (сжигание топлива), металлургическое производство, транспорт, химическая промышленность являются основными источниками современного антропогенного пополнения запасов углекислого газа.

В процессе хозяйственной деятельности ежегодно создается, $10 \dots 30 \cdot 10^9$ т. двуокиси углерода, что более чем 100...250 раз превышает его природные поступления, составляющие $0,20 \cdot 10^9$ т. в год. Так же в результате уничтожения лесов и загрязнение морей и океанов, в результате деятельности человечества ослабевают процессы фотосинтеза, что приводит к возрастанию содержания углекислого газа в атмосфере.

С середины прошлого века, ведутся регулярные наблюдения за содержанием углекислого газа в атмосфере, которые показали, что за последние 10-летия оно увеличилось на 12% от его современной концентрации, что привело к так называемому парниковому эффекту. В связи с тем, что углекислый газ задерживает длинноволновое тепловое излучение с поверхности Земли, которое привело к повышению температуры воздуха, таянию ледников и подъему уровня Мирового океана.

На изменение климата нашей планеты воздействуют не только этот, но и целый ряд других антропогенных факторов, таких как загрязнение и запыление атмосферы, которые привели к снижению количества поступающей солнечной радиации на земную поверхность, кроме того уничтожение лесов и загрязнение поверхности Мирового океана нефтью привело к изменению альбедо, а так же производственные выбросы тепла в атмосферу.

Альбедо - (от позднелат. *albedo* -белизна) величина, характеризующая способность поверхности отражать падающий на нее поток электромагнитного излучения или частиц. Альбедо равно отношению отраженного потока к падающему. В астрономии альбедо – важная характеристика планет и других тел Солнечной системы.

Процесс круговорота кислорода географической оболочке многофазен, он существует в различных формах: в газообразном в атмосфере в виде молекул кислорода и двуокиси углерода, в растворенном виде в воде, кроме того является одной из

составляющих самой воды. В атмосфере его содержится около $1,3 \cdot 10^{21}$ г, зато на много больше его находится, в соединениях, например в молекулах воды, в солях, окислах твердых пород земной коры. Все живые организмы дышат атмосферным кислородом, он также участвует в окислительных процессах простых веществ, образуется при разложении сложных органических веществ микроорганизмами. При сжигании топлива больше всего расходуется кислорода, например, при сжигании одной тонны угля расходуется приблизительно годовая норма кислорода десятка жителей земли, а ежегодно сжигается около 10 млрд. т. условного топлива, где использование кислорода значительно, и с каждым годом эта величина увеличивается на 8%. Следовательно, через какие-то 200 лет, если нечего не измениться, в современных тенденциях в хозяйстве, то запасы свободного кислорода в атмосфере понизятся до критического предела для человечества.

Зеленые растения являются главным источником атмосферного кислорода, который ежегодно в процессе фотосинтеза образует $3 \cdot 10^{17}$ г. кислорода, что составляет 0,04% от его содержания в атмосфере, при этом при дыхании одного человека расходуется 0,3% кислорода ежегодно, получаемого при фотосинтезе, следовательно, цикл круговорота кислорода в атмосфере составит 3000 лет.

Новые виды потребления свободного кислорода – это производство тепловой энергии при сжигании горючих веществ, металлургии, химической промышленности и коррозии металлов, которые появились с развитием человеческого общества и индустриального производства.

Расход кислорода, связанный с производственной деятельностью человека составляет около 20% от всего количества, которое образуется в процессе фотосинтеза.

Основным источником азота в процессе круговорота является воздух, в котором находится около 80% азота. Во время грозы из атмосферного азота и кислорода электрические заряды могут синтезировать окислы азота, которые вместе с осадками поступают в почвенный слой, кроме того, происходит и фотохимическая фиксация азота. Однако больше всего этого газа образуется в результате деятельности микроорганизмов, т. е. фиксаторов азота. К ним относятся бактерии, живущие в симбиозе с высшими растениями в первую очередь с бобовыми. В водной среде некоторые синие водоросли извлекают азот из воздуха. К корням растений азот поступает в виде нитратов из разнообразных источников. Корни адсорбируют их и нитраты переносятся в листья, где из них синтезируются протеины, которые являются основой азотного питания животных. Органическое вещество разлагается, со временем переходит из органических в минеральные соединения под действием аммонифицирующих организмов, обслуживающих аммиак, который затем может войти в цикл нитрификации. Растения ежегодно ассимилируют около $90 \cdot 10^{14}$ г азота, это менее 8,3% активного фонда, поэтому общее время круговорота азота больше 100 лет.

Целый ряд неблагоприятных последствий вызывает накопление азота в воде, почве и растительности. Одно из них – эвтрофикация водоемов, т.е. процесс, в результате которого вода водоемов обогащается питательными веществами, т.е. нитратами и фосфатами, которые служат пищей для водных растений. В таких насыщенных водоемах питательными веществами в начале резко увеличиваются кормовые ресурсы – фитопланктон, затем возрастает количество ракообразных и рыб. Отмирание огромных количеств фито- и зоомассы приводит к расходованию больших запасов кислорода и накоплению сероводорода. Затем одни растительные и животные сообщества заменяются другими, что приводит к постепенному зарастанию водоемов.

Соединения азота могут попадать в организм человека вместе с сельскохозяйственной продукцией, который в 300 раз быстрее кислорода соединяются с гемоглобином крови, в результате чего происходит нарушение питания тканей и органов кислорода, что в последствии приводит к серьезным заболеваниям.

Круговорот фосфора так же один из важнейших процессов, участвующих в создании живого вещества, хотя содержание его в биомассе современной географической

оболочки значительно меньше, чем кислорода и углерода, как известно, основным источником фосфора в географической оболочке являются апатиты.

Мы знаем, что без фосфора не возможен синтез белков и других высокомолекулярных соединений углерода, которые являются важнейшей частью живой биомассы.

В результате целого ряда процессов, т.е. применение фосфорных удобрений, которых в мире ежегодно производится от 18 до 21млн т, а так же производства и потребления фосфорсодержащих продовольственных продуктов и кормов, привело к нарушению его природного круговорота. В почвах дефицит фосфора возникает в связи с использованием его сельскохозяйственными культурами, а так же с трудной усвояемостью его не растворимых соединений живыми организмами. Поэтому приходится вносить его на поля больше, чем он потребляется растениями. Кроме того постоянное возрастание потребления продуктов рыбного промысла так же значительно повлияло на его круговорот в природе. При этом азот, углерод и сера частично уходят в атмосферу в виде паровозобразного состояния, а фосфор остается в местах скопления органических отходов, особенно в районах большого скопления населения.

В миграции фосфора большую роль играют живые организмы, которые извлекают его из почвы и водных источников. В многочисленных органических соединениях присутствует фосфор, особенно много его в костных тканях, после гибели организмов он возвращается в почву и морской ил. Там он концентрируется в виде морских фосфатных конкреций, скелетов рыб, богатых фосфором осадочных породах, которые в свою очередь являются источником его в биогенном цикле.

В географической оболочке значительное влияние на запасы и распределение фосфора, как и азота, на скорость и замкнутость их круговоротов влияют такие факторы, как уничтожение лесов, замены их травянистой и культурной растительностью.

Ритмичность природных процессов и явлений географической оболочки.

Лежащие причины в основе ритмичности различных природных процессов могут быть различными и является характерной особенностью и закономерностью географической оболочки.

Ритмичность природных процессов в географической оболочке может быть различной, но значительная часть их связана с изменением солнечной активности. Солнечные пятна – это природные процессы, которые являются наиболее сильным проявлением солнечной активности. Впервые на них обратили внимание такие ученые, как Г.Галилей, И.Фабрициус, Х.Шейнер, Т.Гарриот, которых в последствии назовут основоположниками науки об изменении солнечной активности.

Различают ритмичность природных процессов и явлений на периодические и циклические.

К периодическим явлениям можно отнести одинаковые фазы повторяющиеся через равные промежутки времени, например, смена дня и ночи, смена времени года, период изменения наклона эклиптики и др.

К циклическим явлениям относятся такие процессы, когда при постоянной средней продолжительности цикла, промежутков времени между его промежуточными фазами, имеет переменную продолжительность, т.е. колебание климата, наступление и отступление ледников.

Учеными установлена ритмичность в атмосферных процессах (таких как температура, осадки, атмосферное давление и др.), в развитии гидросферы (например, в колебаниях водности рек, уровней озер и т.д.) в изменении ледовых процессов морей и развитии процессов оледенения суши, в трансгрессиях (наступление моря на сушу) и регрессиях (отступление морей), в различных биологических процессах (развитие древес-

ной и другой растительности, популяция различных видов животных и т.д.), в геологических процессах связанных с горообразованием.

По продолжительности различают ритмы суточные, годовые, внутригодовые (от нескольких лет до десятилетий), многовековые и сверх вековые (измеряемые тысячами, десятками и сотнями тысячелетий).

Наконец, установлена повторяемость некоторых явлений через миллионы лет (такие ритмы условно можно назвать геологическими).

Изучение сложной, но тесной связи приливообразующей силы с биологическими процессами позволило ученым выяснить причины ритмичности в миграции природных зон по следующей цепочке: приливообразующая сила – внутренние волны – температурный режим океана, ледовые процессы Арктики - атмосферная циркуляция - увлажненность и температурный режим материков (сток рек, уровень озер, увлажненность торфяников, подземные воды, горные ледники, вечная мерзлота).

Значительная часть ритмов в географической оболочке связана с изменением солнечной активности.

Такие ритмы ученые называют гелиогеофизическими (от греческого слова helios-солнце). Активность Солнца измеряется числами, пропорциональными общей площади пятен, видимых в данный момент на поверхности Солнца, так называемыми числами Вольфа.

К гелиогеофизическим ритмам относится, например, 11-летние, 22...23-летние, 80...90-летние ритмы. Они проявляются в колебаниях климата и в ледовых процессах морей, в интенсивности роста и смене фаз развития растительности (в частности, они фиксируются в годичных кольцах деревьев), в изменениях активности вулканов.

Вызванные 11-летними периодами солнечной активности, электрические и магнитные явления в атмосфере, оказывают огромное влияние не только на климат, но и на все живое.

Во время повышения солнечной активности усиливается полярное сияние, циркуляция атмосферы, возрастает увлажнение, прирост фитомассы, активизируется деятельность микробов и вирусов. Медики связывают с 11-циклами массовые эпидемии гриппа и рост сердечно-сосудистых заболеваний.

Вместе с гелиогеофизическими ритмами существуют ритмы, имеющие астрономическую природу, причиной которых могут быть изменения движения Земли по орбите под влиянием других планет, например, изменения наклона земной оси к плоскости орбиты.

Солнечные возмущения влияют на интенсивность облучения Земли, а следовательно и на климат. С ритмами такого рода, где продолжительность составляет 21 тыс., 41 тыс., 90 тыс., и 370 тыс. лет, объединяют многие события на Земле. В последний четверичный период продолжительность от 600тыс. до 1,5млрд. был период развития оледенения. Астрономическую же природу имеют и самые короткие ритмы – суточный и годовой, а так же ритмы, связанные с взаимным перемещением тел в системе Земля – Солнце-Луна.

В результате перемещения Солнца и планет в системе возникает неравновесие сил тяготения, что приводит к изменению направления приливообразующих сил. Такую же природу имеют так называемые ритмы увлажненности продолжительность 1850...1900лет. Каждый такой цикл начинается с прохладной влажной фазы, усиление оледенения, увеличение стока, повышения уровня в водоёмах и завершается сухой теплой фазой, во время которой ледники отступают, реки и озера мелеют. Эти ритмы вызывают смещение природных зон на 2...3 градуса по широте.

Луна и солнце вызывают приливы в водной, воздушной и твердой оболочки Земли.

Ярче всего проявляются приливы в гидросфере, вызванные действием Луны. В течение лунных суток, изменяемых 24 часами 50 минутами, наблюдается два подъема уровня океана (приливы) и два опускания (отливы).

Размах колебаний приливной волны в литосфере на экваторе достигает 50 см, на широте Москвы – 40 см. Атмосферные приливные явления оказывают существенное влияние на общую циркуляцию атмосферы.

Солнце так же вызывает все виды приливов. Фазы солнечных приливов составляют 24 часа, однако приливообразующая сила Солнца составляет всего 0,46 части приливообразующей силы Луны. В зависимости от взаимного положения Земли, Луны и Солнца приливы, вызванные одновременным действием Луны и Солнца, либо усиливают, либо ослабляют друг друга.

Самыми продолжительными считаются геологические ритмы. Природа их еще недостаточно ясна, но по-видимому, так же может быть связана с астрономическими факторами, хотя и выражается, прежде всего, в геологических процессах. Примером проявления геологических ритмов могут служить технологические циклы (от греч. *tektonihos* – относящийся к строительству). Средняя продолжительность тектонических циклов в палеозое, мезозое и кайнозое составляет 150...180 млн. лет, что, вероятно, совпадает с галактическим годом, т.е. временем полного оборота Солнечной системы вокруг галактической оси.

Тектонических циклов было четыре – кледонский (первая половина палеозоя), герцинский (вторая половина палеозоя), мезозойский и альпийский.

В начале каждого такого цикла происходили опускания земной коры и морские трансгрессии, климат был относительно однообразным, завершения цикла знаменовалось крупными горообразовательными движениями, усилением климатических контрастов, а так же большими преобразованиями в органическом мире.

Углубленное изучение в будущем солнечно-земных связей и ритмов позволит прогнозировать на ближайшие 20...30 лет изменения природных процессов.

Особенно большое значение имеют прогнозы явлений, вызывающих природные катастрофы (засухи, наводнения, землетрясения, лавины, обвалы). Познание процессов, протекающих в географической оболочке, дает возможность предвидеть отдаленные последствия различных преобразований природы, выявить тенденции, существующие в природе, учитывать их при вмешательстве в ход природных процессов, например, при проектировании различных сооружений, использовании территории для сельскохозяйственных и других целей.

История развития географической оболочки.

Состав и строение географической оболочки непрерывно усложняется в процессе ее развития. Результат длительной эволюции отчетливо прослеживает три этапа: добиогенный, биогенный и антропогенный.

Добиогенный этап отличается слабым участием живого вещества в развитии географической оболочки несмотря на то, что был самым продолжительным этапом (примерно 3 млрд. лет.), по сравнению с последующими историческими этапами, длившимися 600 млн. лет.

Аккумуляция в морских толщах мощных отложений железистых кварцитов (джеспилитов), свидетельствует о большом количестве в верхних слоях литосферы соединений железа и своеобразном атмосферном составе, где было высокое содержание углекислоты и при ничтожном присутствии свободного кислорода, являлось характерной чертой добиогенного этапа развития географической оболочки.

Биогенный этап развития географической оболочки по времени соответствует геологическим периодам – палеозою, мезозою и калеозою (палеоген, неоген, большая часть четвертичного периода).

В морских бассейнах, в палеозойскую эру (длительная с 290 до 570 млн. лет до н.э.) продолжалось развитие водорослей, различных насекомых и позвоночных. Массовый

захват суши растениями начался в середине палеозоя, где за счет процесса складкообразования вышли на поверхность большие площади мелководных морей.

Измененные деятельностью микробов, органические остатки морских организмов, которые играли роль первичной «почвы» превратились в благоприятную среду для появления вначале земноводных, а после наземных форм сосудистых растений.

Во второй половине палеозоя появились папоротники, хвощи, началось развитие хвойной растительности, в морях стали появляться рыбы, так же фораминиферы, и стали формироваться различные виды рептилий.

На суше в период мезозоя (длительность с 137 по 230 млн. лет до н.э.) стали развиваться голосеменные (папоротники, хвойные, саговники, гинговые деревья), а потом покрытосеменные растения. В морях размножались моллюски, среди позвоночных появились костистые рыбы, продолжалось развитие рептилий (некоторые динозавры достигли в длину 30 м и более 6 м в высоту). Пресмыкающиеся в мезозойскую эру освоили морские глубины поверхность суши и воздушные пространства.

В конце мезозоя в связи с изменением природной среды многие группы растений исчезали, вымирали все динозавры, летающие ящеры, многие водные пресмыкающиеся, т.е. произошло коренное преобразование органического мира. Широкое развитие начали получать млекопитающие, т.е. произошла очередная перестройка географической оболочки.

Органическая жизнь, начиная с нижнего палеозоя, стала ведущим фактором развития географической оболочки.

Глобальное распространение получил слой живого вещества, с течением времени все более усложнялась его структура, а также строение самих растений и млекопитающих.

В кайнозойскую эру большое распространение получили млекопитающие, произошло развитие растительности покрытосеменных, из которых впоследствии постепенно развивалась современная растительность.

Жизнь, зародившаяся первоначально в море, охватила затем сушу, воздушное пространство проникло вглубь океанов.

Неоднократно менялись условия существования живых организмов в процессе развития географической оболочки, что приводило к вымиранию одних видов и приспособлению других к новым условиям.

Многие ученые сравнивают коренные перемены в развитии органической жизни (выход растений на сушу) с крупными геологическими событиями, т.е. периодами усиленного горообразования, вулканизма, регрессий и трансгрессий моря, с движением материков. Считается, что эпоха существенной перестройки живых организмов находилась в прямой связи с основными эпохами складкообразований – каледонской, герцинской и альпийской.

Это эпохи, когда на месте земных складок, обращенных выпуклостью вниз, поднимались высокие складчатые горы, резко возрастала расчлененность рельефа, активизировалась вулканическая деятельность, когда обострялась контрастность сред и с большой активностью протекал процесс взаимообмена веществом и энергией. Изменения внешней среды служили толчком к видообразованию в органическом мире.

Биосфера, особенно в биогенный этап, начинает оказывать мощное воздействие на структуру всей географической оболочки.

Коренным образом изменился состав атмосферы, появились фотосинтезирующие растения, которые понизили содержание углекислоты, что повлияло на возрастание содержания свободного кислорода.

Накопление кислорода в атмосфере привело к изменению самих живых организмов, так как он является сильнейшим ядом для неприспособленных к нему организмов, в связи с этим многие виды живых организмов вымирали не сумев приспособиться к изменившимся условиям существования.

Возникновение кислорода способствовало образованию озонового экрана на высоте около 30 км, который являлся одним из самых удивительных творений географической оболочки, потому что поглощал коротковолновую часть ультрафиолетовой солнечной радиации, которая губительна для органической жизни.

Как известно, все компоненты географической оболочки испытывают влияние живых организмов, которые действуют на состав и свойство речных, озерных, морских и подземных вод, на образование и накопление осадочных горных пород, которые образовались в верхних слоях литосферы.

Они влияли на биогенные породы, которые состояли из остатков животных и растительных организмов или продуктов их жизнедеятельности, т.е. на осадочные горные породы (известняк-ракушечник, коралловый известняк, мел, диатомиты, ископаемый уголь, торф и т.д.). Под их воздействием на физико-химические процессы в ландшафтах происходила миграция элементов, например, в местах гниения живых органических соединений создавалась среда восстановительная, т.е. с недостатком кислорода, и напротив, в зоне синтеза водных растений, возникала окислительная среда с большим содержанием кислорода.

В итоге живые организмы определяли в земной коре геохимический состав, т.е. по органическому углероду можно судить о значении живого вещества в геохимической жизни земли. Если органический углерод расположить равномерным слоем по поверхности Земли, то возникнет слой мощностью 680км.

В добиогенный этап мало что известно о зональности геосферы, потому что ее зональные изменения были зависимы от изменения климатических условий и от выветривания земной коры.

В биогенный этап в зональности географической оболочки ведущую роль приобретают изменения живых организмов.

Конец мелового периода (70 млн. лет до н.э.) стал началом зарождения географической зональности современного типа, в котором появились цветковые растения, птицы и продолжили свое развитие млекопитающие.

Теплый и влажный климат того времени способствовал распространению пышных тропических лесов от экватора до высоких широт. Очертания материков менялось на протяжении дальнейшего исторического развития Земли, что привело к изменению климатических условий и повлияло на изменение почвенно-растительного покрова и органического мира.

Постепенно усложнилась структура географических зон, видовой состав и организация биосферы.

Постепенное охлаждение земной поверхности происходило в эре кайнозоя – палеогене, неогене и плейстоцене, последовавшей за меловым периодом.

Нужно отметить, что суша в этот период расширилась, и ее северные побережья в Евразии и Северной Америки отодвигались в более высокие широты.

В начале палеогена, севернее экваториальных лесов, появились сезонно-влажные субэкваториальные леса, преимущественно листопадные, которые в Евразии доходили до широт Парижа и Киева. В наше время леса такого типа встречаются лишь в Индостане и Индокитае.

Дальнейшее похолодание привело к развитию субтропических лесов, а затем, в конце палеогена (26 млн. лет до н.э.) и широколиственным лесам умеренного пояса.

В настоящее время широколиственные леса расположились значительно южнее, т.е. в центре Западной Европы и на Дальнем Востоке, а субтропические леса постепенно отступали к югу. Природные зоны континентальных районов стали иметь более отчетливые свои особенности – это степи, окаймленные на севере лесостепями, а на юге саваннами, которые в далеком прошлом были распластаны по всей Сахаре, на полуострове Сомали и на востоке Индостана.

В период неогена длившегося с 25 до 1 млн лет до н.э. продолжалось похолодание, в котором земная поверхность охладилась на 8 градусов и наступило дальнейшее усложнение зональной структуры.

В северной части Евразии на равнинах появилась зона смешанных лесов, а затем и хвойных лесов. Сузились и сдвинулись к югу более теплолюбивые лесные зоны. В центральных частях континентальных районов появились пустыни и полупустыни. На севере их оконтурили степи, а юге - саванны, на востоке – редколесье и кустарники. В горах все более отчетливо проявлялась высотная зональность.

На поверхности Земли к концу неогена произошли серьезные изменения, так, например, в Арктическом бассейне усилились ледовые процессы, в средних широтах Евразии стали интенсивнее циклонические осадки.

Продолжающееся похолодание привело к возникновению оледенения в горах. Альпы, так же как и горы Северной Америки, покрылись ледниками. Уменьшилась сухость климата в Северной Африке и Передней Азии. Похолодание, особенно в высоких широтах, достигла критического предела.

Период плейстоцена, протянувшийся приблизительно с 1 млн. до 10 тыс. лет до н.э. характерен последним в истории Земли оледенением, в котором температура была на 4-6 градусов ниже современной. Там, где выпадало достаточное количество осадков в виде снега, ледники могли возникнуть и на равнинах. Этот процесс оледенения происходил повсюду в субполярных широтах, где холод как бы накапливался. Потому что отражательная способность снежной и ледниковой поверхностей достигало 80%, все это способствовало расширению поверхности ледника, который образовал сплошной щит. При этом центр оледенения в Европе находился на Скандинавском полуострове, а в Северной Америке – на Баффиновой Земле и Лабрадоре.

Процесс оледенения можно сравнивать с пульсацией, где период оледенения прерывался межледниковыми периодами, т.е. периодами потепления. Эти пульсации до сих пор являются спорными вопросами между учеными. Иногда причины похолодания связывают с активизацией вулканизма. Вулканическая пыль и пепел заметно усиливают рассеивание и отражение солнечной радиации. Считается, что при уменьшении суммарной солнечной радиации только на один процент вследствие запыленности атмосферы средняя планетарная температура воздуха должна понижаться на 5%, а дальше может действовать возрастание отражающей способности самой охваченной оледенением территории.

Нужно отметить, что в период оледенения образовались еще 4 природные зоны – это сам ледник, который образовал полярные пояса (арктический и антарктический), по краю арктического пояса на вечной мерзлоте возникла зона тундры, в континентальных более сухих районах – тундростепи, а в приокеанических территориях появились луга. Эти зоны оградились от отступающей к югу тайги зоной лесотундры.

Следующий этап развития в географической оболочке называют антропогенным, т.к. на протяжении последних сотен тысячелетий развитие окружающей среды происходило уже в присутствии человека. Антропогенный этап начался со второй половины четвертичного периода, когда существовали древнейшие люди (архантропы), к числу которых относился питекантроп, который жил на Юго-Востоке Азии. Архантропы находились на земле длительное время – от 600 до 350 тыс. лет до н.э.

В развитие географической оболочки антропогенный период наступает не сразу с появлением человека, в связи с тем, что длительное время воздействие человека на географическую оболочку было ничтожным.

Древнейший человек не отличался от животных по образу жизни и своему воздействию на окружающую среду, т.к. занимался собирательством плодов и растений, а охотился с помощью дубинки или необработанного камня. Поэтому он почти полностью находился во власти природы, т.к. не использовал огонь, не имел постоянного жилья и не

носил одежды, а его эволюционное развитие определялось в основном биологическими закономерностями.

После древнейших людей – архантропов появились древние люди палеоантропы, прожившие больше 350 тыс. лет. К одной из групп палеоантропов относились неандертальцы, жившие в Западной Европе, которые впоследствии овладели огнем, что многие ученые по своей значимости ставят в один ряд с открытием ядерной энергии. Это привело к тому, что человек стал господствовать над определенной силой природы и это окончательно отделило его от животного мира. Огонь помог человеку в его борьбе с холодом и стал средством охоты и защиты от хищников, что дало возможность увеличить площадь обитания. Палеоантропы стали носить одежду и пользоваться пещерами, которые служили им жилищами. Приблизительно через 40 тыс. лет до н.э. палеоантропы вытесняются неантропами, к которым относится современный человек (*homo sapiens*). С этого момента принято считать начало антропогенного периода в развитии географической оболочки. Человек почувствовал свое могущество на собственном опыте и убедился в необходимости гармонии между обществом и окружающей средой, другими словами благополучие человека неразрывно связано с полнокровным развитием природы. Изучение географической оболочки помогает глубже понять суть процессов и явлений, которые объясняют среду нашего обитания, как единую систему, которая позволяет осознать наше место в окружающем мире.

Лекция III. Климат – природная среда географической оболочки.

Для того чтобы понять механизмы, которые формируют климат Земли, необходимо изучать взаимодействие компонентов в исключительно сложной системе, включающей не только сравнительно хорошо известное поведение атмосферы, но и менее известное поведение Мирового океана и ледяных массивов в сочетании с изменениями, проходящими на поверхности Земли и в атмосфере. Таким образом, дальнейшее внедрение физических методов исследования в климатологию показало тесную связь климатологии с другими отраслями географической науки.

На современном уровне развития науки климат Земли является сложной системой, включающей в себя помимо атмосферы океан и поверхность суши, морские и континентальные льды, растительность, между которыми происходит обмен теплом, влагой и космической энергией.

Современная климатология - обширная наука, базирующаяся, с одной стороны, на изучении физических основ многолетнего хода климатообразующих процессов, а с другой – на всесторонних географических исследованиях: геоботанических, почвенных, геоморфологических и др.

Климат – это составляющая географического ландшафта компонент, основные его черты создаются не столько местными условиями, сколько крупными процессами планетарного значения: облучением земной поверхности солнцем, тепло- и влагообменом атмосферы с поверхностью материков и океанов, циркуляцией атмосферы и вод океана. Климат - понятие глобальное по своей природе. Так что глобальный климат не есть сумма локальных (местных) климатов, а, наоборот, локальные климаты есть проявление единого глобального процесса. Мир нередко узнает о тех или иных стихийных бедствиях постигших отдельные районы земного шара.

Такие стихийные бедствия, как наводнения, засухи, суховеи, обильные снегопады, ветры ураганной силы – аномалии природы, которые нарушают наблюдающийся средний многолетний режим погоды, т.е. климат. Климат - многолетний режим атмосферных условий, характерный для каждого данного места Земли в силу его географического положения. Для характеристики климата следует учитывать режим погоды за много лет, а не в отдельные годы. Значительные отклонения температуры

воздуха, количества осадков и других показателей климата от обычных наблюдаемых еще не свидетельствуют о тенденции к изменению климата. В то же время климат испытывает колебания от одного периода к другому, причем этот период может исчисляться как десятками, сотнями, так и миллиардами лет.

Климат – самый изменчивый компонент в природе. Однако изменчивость климата и его возможные колебания до сих пор точно непредсказуемы. А так как климатическими условиями определяются многие природные процессы, планирование развития сельского хозяйства, гидроэнергетики и другие задачи, имеющие народно-хозяйственное значение, то вопросами климата образования и тенденциям колебания и изменения климата, как в глобальном так и в местном масштабе уделяется очень большое внимание метеорологами и климатологами всего мира.

Атмосферные процессы на Земле взаимосвязаны, и климат каждой отдельной территории не существует самостоятельно.

Поэтому для получения обширной метеорологической информации по большим районам земного шара создаются международные научные программы, по которым проводятся исследования.

В формировании климата принимают участие те же физические процессы, которые создают погоду. Важнейший из этих процессов – наступление тепла, основным источником которого Солнце. Солнечные лучи сильно поглощаются в атмосфере, особенно в нижнем ее части – тропосфере. Достигает поверхности Земли и ею поглощается до 50% общего количества радиации, а 30% задерживается атмосферой.

Годовые величины поступающей на земную поверхность суммарной солнечной радиации изменяются от значений менее 2500 МДж/м² в высоких широтах до 10100 МДж/м² в тропических. Суммарная радиация – это совокупность прямой и рассеянной солнечной радиации. Прямая радиация – это солнечная радиация, доходящая до места наблюдения в виде пучка параллельных лучей исходящих непосредственно от солнечного диска. Рассеянная радиация – это солнечная радиация, претерпевшая в атмосфере рассеивание и поступающая на земную поверхность со всего небесного свода. Распределение суммарной солнечной радиации имеет в основном зональный характер, так как количество достигающей земной поверхности радиации зависит от угла падения лучей, т.е. от широты места.

Зональный характер распределения солнечной радиации на Земле и соотношение между прямой и рассеянной радиацией нарушаются неравномерным распределением облачности.

Земля не только получает солнечное тепло, но и отдает его отражением и излучением. Количество отраженной солнечной радиации зависит от свойств поверхности: свежеснеженный снег отражает 80%, загрязненный или влажный - 50%, при отсутствии снежного покрова больше всего отражает солнечный свет пустыни.

Здесь отражение изменяется в широких пределах в зависимости от цвета почвы (от 20... 60%). Так как отражательная способность воды мала – 15%, то отражение влажной почвы меньше, чем такой же сухой. Сплошной растительный покров отражает от 10 до 30% солнечной радиации. Оставшаяся после отражения радиация поглощается поверхностью. Поверхность земли, нагреваясь, сама становится источником излучения. Из-за этого температура земной поверхности в среднем выше температуры атмосферы, земное излучение всегда больше атмосферного. Разность между излучением земли и встречным излучением атмосферы называется эффективным излучением. Разность между поглощенной солнечной радиацией и эффективным излучением называется радиационным балансом земной поверхности. Годовые значения радиационного баланса для различных районов земного шара сильно отличаются и изменяются от значений меньших 210 МДж/м² в год в Антарктиде и близких к нулю в центральных районах Арктики, до 4000 МДж/м² в год в тропических широтах. Над океаном в связи с большей долей поглощенной радиации на тех же широтах радиационный баланс выше.

Значительная часть излучения земной поверхности поглощается атмосферой. При отсутствии облаков поглощение определяется присутствием в воздухе водяного пара, углекислого газа и атмосферного аэрозоля. Атмосферный аэрозоль – взвешенные в атмосфере твердые и жидкие коллоидные частички, по размерам превышающие молекулярные. В основном это пыль земного и космического происхождения, морская соль, дымы лесных пожаров, вулканических извержений и т.п., а также индустриального происхождения и продукты конденсации – водяные капли и ледяные кристаллы. Нагретая таким образом атмосфера посылает земной поверхности встречное излучение, которое компенсирует потерю тепла земной поверхности и создает парниковый эффект.

Существенное значение в энергетическом балансе земной поверхности имеет затрата тепла на испарение. Кроме того, испарение влияет на тепловое состояние испаряющей поверхности. С увеличением тепла, затрачиваемого на испарение, температура поверхности понижается. Несмотря на значительный приход тепла в низких широтах, по сравнению с более высокими широтами (северными – в северном полушарии, южными – в южном), постоянного перегрева в низких широтах и постоянного охлаждения в высоких не происходит, т.к. кроме вертикального обмена теплом между земной поверхностью и атмосферой происходит горизонтальный перенос.

Ветры и морские течения, возникающие в результате неравномерного нагревания в атмосфере и океане, переносят тепло из областей, где оно в избытке, в области, где его недостаточно.

Много тепла в атмосфере и океане переносится также крупными вихрями. Вихри в атмосфере, помимо тепла, переносят и влагу.

В результате рожденных в атмосфере над земным шаром мощных воздушных течений возникает общая циркуляция атмосферы.

Основная причина общей циркуляции атмосферы – неодинаковое количество солнечной радиации на разных широтах на суше и на море, причем механизм ее усложняется под влиянием трения и вращения Земли. В приэкваториальных широтах (0 - 10* с.ш. и ю.ш.) в результате переноса влаги пассатами образуются мощные кучево-дождевые облака, возникают сильные грозы, выпадает много осадков.

Тропические циклоны возникают над океанами и обрушивают свой удар на прибрежные районы континента и острова, приводя к катастрофическим последствиям. Тропический циклон – это грандиозный атмосферный вихрь с низким давлением в центре (до 1000 гПа). Воздух в нем вращается против часовой стрелки в северном полушарии и по часовой в южном. В диаметре они имеют размеры от 150-300 км. Скорости ветра в циклонах могут достигать до 70 м/с, а иногда и более. Циклоны сопровождаются сильными разрушениями, человеческими жертвами, наводнениями, поскольку во время тропических ураганов за сутки выпадает до 200 мм осадков.

Приблизительно около 30⁰ широты в обоих полушариях располагается зона повышенного давления. К северу и югу от нее в разных полушариях в умеренных широтах климатические условия определяются в основном движущимися с запада на восток атмосферными вихрями: циклонами и антициклонами (циклон – область пониженного давления, антициклон – область повышенного давления). Несмотря на то, что направление ветра у поверхности Земли может меняться, во всей толще тропосферы в умеренных широтах преобладают западные ветры. В северном полушарии западный перенос часто нарушается влиянием больших пространств суши, в южном эта циркуляция более устойчива. Ветры здесь сохраняют западное направление и дуют с постоянной силой.

В полярных широтах температура в приземном слое воздуха понижена, это вызывает опускание воздуха в нижней тропосфере и повышение атмосферного давления. На всем земном шаре благодаря перемещению циклонов и антициклонов возникает меридиональный воздухообмен.

В процессе перемещения циклонов и антициклонов происходит перенос воздушных масс как единого целого в одном из макротечений общей циркуляции атмосферы.

Широко известная классификация климатов Б.П.Алисова, построенная на генетических принципах. На основании этих принципов тип климатов рассматривается как результат условий общей циркуляции атмосферы. При этом важно, что общая циркуляция заметно меняет границы климатических зон, которые первично связаны с радиационными условиями, и создает внутрizonальное расчленение на климатические области. Выделение климатических зон произведено по средним (климатическим) положениям главных фронтов тропосферы в экстремальные сезоны года и, следовательно, по круглогодичному или сезонному преобладанию воздушных масс.

Свойство воздушной массы определяется формированием ее над однородной подстилающей поверхностью и в однородных радиационных условиях.

При выходе из очага формирования, перемещаясь в другие районы Земли, воздушная масса постепенно меняет свои свойства (температуру, влажность). Различают воздушные массы четырех воздушных зон: арктический или антарктический воздух, полярный (или умеренный), тропический и экваториальный воздух. И в каждом из этих типов – океанический и континентальный, так как радиационные условия над океаном и континентом на одной и той же широте неодинаковы. Если воздушная масса приходит на относительно холодную поверхность, то для данного географического района его называют теплой, если на относительно теплую – холодной воздушной массой. Поверхность, разделенная двумя воздушными массами, образует атмосферный фронт.

Со взаимодействием солнечной радиации, общей циркуляции атмосферы и характера подстилающей поверхности связаны распределение на земном шаре температуры и влажности воздуха, осадков, направление и скорость ветра, другие показатели климата.

В каждом широтном климатическом поясе различают четыре основных типа климата: материковый, океанический, западных и восточных берегов. В экваториальных широтах, по сравнению с более высокими широтами, материковый тип климата мало отличается от океанического.

Приход солнечной радиации здесь равномерен в течение всего года.

Обилие света, тепла и влаги в тропиках создает условия для развития богатой лесной растительности. Самый характерный тип ландшафта – влажные вечнозеленые леса. Температура воздуха в тропиках также мало различается по сезонам: средняя месячная температура воздуха – плюс 24...28°C. Суточные амплитуды температур не превышают 10...15°C. Влажность воздуха на низменностях очень велика. Относительная влажность в течение всего года держится выше 70%, количество осадков (до 2000 мм/год) превышает испарение, и на равнинах, где сток незначителен, создается избыточное увлажнение. По склонам гор количество осадков резко увеличивается до 7-10 тыс. мм/год.

В океаническом экваториальном климате, в отличие от материкового, дожди и грозы чаще проходят ночью. Это и понятно, поскольку ночью здесь температура водной поверхности выше температуры приземного слоя воздуха.

Климат в поясе субэкваториальных муссонов формируется под действием сезонного смещения внутритропической зоны конвекции (ВЗК). Смена зимнего и летнего воздушных течений составляет своеобразие сезонных изменений. Летом в южном или северном полушарии в связи с изменением в распределении атмосферного давления экваториальный муссон распространяется в тропические широты. Возрастает влажность воздуха, уменьшается суточная амплитуда температуры, начинают выпадать обильные дожди. Во время зимнего муссона преобладает тропический воздух, влажность воздуха уменьшается, возрастает суточная амплитуда температуры, снижается количество осадков.

Советский климатолог С.П.Хромов определил муссон, как режим воздушных течений большого масштаба, отличающийся значительной повторяемостью одного преобладающего направления ветра в течение как зимнего, так и летнего сезона, но с резким изменением этого преобладающего направления от одного сезона к другому.

Муссонный климат как бы составлен из двух климатических самостоятельных режимов. Весна – самое жаркое, засушливое и неблагоприятное время года. Солнце весной достигает зенита и нещадно палит. Температура воздуха часто превышает 30...35°C. Весенние засухи в муссонном климате особенно опасны для сельского хозяйства в годы, когда влажный экваториальный муссон запаздывает. В предгорьях и на склонах гор, обращенных к экваториальному муссону, увеличивается облачность, осадки резко возрастают, и могут достигать, по-видимому, предельного для Земли количества (около 12000 мм), а в отдельные годы может выпадать гораздо больше.

Воздушные массы тропического пояса содержат меньше водяного пара, чем экваториальные. Объясняется это небольшим испарением на материках, а на океанах – устойчивой стратификацией¹ пассатов (с пассатной инверсией²).

Пассаты – приземные потоки относительно холодного воздуха, непрерывно текущего к экватору. В северном полушарии они имеют северо-восточное направление, в южном – юго-восточное. Пассаты обоих полушарий сходятся у экватора, образуют так называемую внутритропическую зону конвергенции (ВЗК). В этой зоне ветер ослабевает, конвекция усиливается, увеличивается облачность и усиливается грозовая деятельность. Облачность в тропическом поясе меньше, чем в экваториальном. До 9000 МДж/м² в год возрастает суммарная солнечная радиация. Однако оттого, что здесь велико отражение от поверхности пустынь, наблюдается большая сухость воздуха, радиационный баланс на материках составляет только 30% от поступающей солнечной радиации. Радиационный баланс поверхности в 2 раза больше.

Для материкового тропического климата характерны сильная сухость, жаркое лето, запыленность воздуха, большая, чем на экваторе. Годовая, и особенно суточная, амплитуда температуры воздуха (45°C), а поверхности почвы (85°). По всей Сахаре зимой возможны слабые морозы с выпадением снега при особенно мощных холодных вторжениях. Летом в этом типе климата встречаются самые высокие на всем земном шаре дневные температуры воздуха – около 60°C. Осадки выпадают крайне редко, но дожди могут достигать большой интенсивности, и даже вызвать наводнение. Причина скудности осадков – в удаленности от центров циклонической деятельности и в повышении уровня конденсации. Сильно развито физическое выветривание. Оно вызывается контрастами температур и особенно ветром, переносящим крупные твердые частицы. Несущиеся с большой скоростью частицы усиливают разрушительное действие ветра на горные породы.

Океанический тропический климат отличается от экваториального меньшей облачностью и устойчивыми пассатными ветрами. В зоне пассатов на океанах наблюдаются тропические циклоны и хотя они сравнительно редки, но представляют для этих широт типичное климатическое явление.

Тропический климат западных побережий материков характеризуется преобладанием притока относительно холодного морского воздуха на восточной периферии океанических антициклонов. Здесь сравнительно низкая для тропических широт температура (18...20°C), очень малое количество осадков (менее 100 мм/год) и высокая влажность воздуха. Это своеобразный климат прибрежных влажных пустынь. Скудная растительность получает влагу за счет густых прибрежных туманов, а в горах – за счет редких дождей из набегающих облаков.

Климат восточных побережий материков отличается от западных более высокой температурой воздуха (20...25°C), т.к. тропический воздух приходит сюда из экваториальных широт, с большим количеством осадков (800-1000 мм/год), т.к. пассатная инверсия здесь выражена слабее. Растительность на побережьях, попадающих под

¹ Стратификация – распределение температуры воздуха по вертикали, определяющее условие равновесия в атмосфере.

² Инверсия температуры – повышение температуры воздуха с высотой в атмосфере в месте наблюдаемого падения.

действие пассатов западной окраины антициклонов, представлена тропическими лесами, саваннами или степью в зависимости от условий рельефа и ветровой экспозиции. Во внетропических широтах зональные климатические различия более резки, чем в тропиках. Это связано с усложнением атмосферной циркуляции, усилением широтных различий в приходе-расходе солнечной радиации. С увеличением географической широты возрастают и сезонные климатические различия.

Климат в субтропическом поясе зимой сходен с климатом умеренного климата, летом - с климатом тропического. Зимой здесь преобладают циклоны. Летом пути циклонов смещаются в более высокие широты, на океанах развиваются антициклоны, а на материках – мало подвижные термические депрессии (области пониженного давления без атмосферных фронтов).

Материковый субтропический климат отличается жарким сухим летом и не устойчивой, довольно холодной зимой. В связи с тем, что летом уровень конденсации располагается очень высоко, облака образуются редко. Большая часть солнечного тепла расходуется на нагревание воздуха. Средняя температура летних месяцев 30°C и более. Зимой из-за циклонов погода не устойчива. Наряду с дождями возможны снегопады, сопровождающиеся иногда резкими похолоданиями. Однако устройство снежного покрова не образуется из-за частной адвекции теплого воздуха и испарения снегом. Годовое количество осадков - около 500 мм, но есть области, где их выпадает меньше 200 мм. Растительность – сухие степи, полупустыни и пустыни.

Субтропический климат западных побережий материков характеризуется умеренно-теплым (температура воздуха $22-24^{\circ}\text{C}$), сухим солнечным летом и относительно теплой (температура воздуха в январе $8-13^{\circ}\text{C}$) дождливой зимой. Этот тип климата часто называют средиземноморским. За год здесь выпадает 600-800 мм осадков, в отдельных местах под влиянием рельефа – более 4000 мм. Летом средиземноморский климат отличается некоторой засушливостью. В результате местные растительные сообщества имеют в своем составе много засухоустойчивых видов.

Климат восточных побережий материков в субтропическом поясе муссонный. Он хорошо выражен только в северном полушарии. Для него характерна холодная для этих широт и относительно сухая зима и жаркое влажное лето. Действие зимнего континентального муссона особенно выражено на восточном побережье Азии. В январе здесь температура относительная, близкая к 0°C , в отдельные дни она может падать до -10°C .

Для летнего муссона характерны высокая относительная влажность воздуха (80 - 85%) значительная облачность, уменьшающая на 20% суммарную солнечную радиацию.

Однако летом средняя месячная температура воздуха достигает $20-25^{\circ}\text{C}$. Годовая сумма осадков составляет 1000-1500 мм. Максимум осадков в основном приходится на лето. Запоздывание летнего муссона или перебой в его развитии приводит к засухам на восточных побережьях континентов. Благодаря жаркому влажному лету здесь богатая растительность.

В умеренном климатическом поясе уменьшается радиационный баланс, увеличиваются сезонные различия, отличаются от тропических широт условия циркуляции атмосферы. Особое значение здесь приобретает циклоническая деятельность, усиливается меридиональный обмен воздушными массами. В результате возникает временная и пространственная изменчивость всех метеорологических характеристик и погоды. В умеренном поясе взаимодействуют различные типы воздушных масс: тропические, умеренные, океанические и континентальные арктические (антарктические). Тропические и арктические воздушные массы могут глубоко проникать в зону умеренных широт, создавая резкие изменения температуры и условий погоды.

Материковый (континентальный) умеренный климат характерен для северного полушария. Для него типичны холодная снежная зима и теплое лето. Зимой внутри

материков часто формируются антициклоны. В этих антициклонах воздух сильно охлаждается и распространяется на юг.

Особенно велико термическое влияние огромных пространств суши в условиях, где формируется азиатский антициклон. В Азии даже в южных районах умеренного пояса средняя суточная температура воздуха может понижаться до $-30-40^{\circ}\text{C}$. Огромное влияние на климатические процессы умеренных широт оказывает снежный покров, который предохраняет почву от глубокого промерзания, создает запас влаги, используемый растениями.

Летом здесь осадков выпадает больше, чем зимой. Годовое их количество в умеренном континентальном климате изменяется в пределах 300...600 мм. В поступлении осадков во внутренние пространства материков в умеренных широтах наблюдается не равномерность и изменчивость. Засушливые годы чередуются с годами достаточного и даже избыточного увлажнения. Материковый умеренный климат характеризуется большой годовой амплитудой температуры ($50-60^{\circ}\text{C}$), значительной между суточной ее изменчивостью.

В горных районах климатические условия существенно изменяются. Летом температуры воздуха в горах быстро падает с высотой, а зимой, наоборот, на равнинах нередко оказывается ниже, чем в горах, особенно, во время прохождения холодных воздушных масс. На наветренных склонах гор и в предгорьях наблюдается увеличение осадков. Положение верхней границы леса и снеговой линии в горах, в материковом умеренном, климате сильно колеблется в зависимости от географической широты, температуры воздуха в летние месяцы, степени увлажнения.

Влияние холодных морских течений сказывается на некотором понижении температуры в теплое время года, на увеличении повторяемости туманов весной и в начале лета. Действие рельефа проявляется в увеличении количества осадков на обращенных к проходящим циклонам склонах гор (главным образом южных и юго-западных).

Умеренный климат западных побережий материков складывается в основном под воздействием западного переноса океанического воздуха на материк в циклонах и антициклонах. Циклоническая деятельность в течение всего года определяет изменчивость погоды. Роль солнечной радиации из-за значительной облачности отступает на второй план. Средняя месячная температура воздуха в зимние месяцы положительная (от $+1^{\circ}$ на севере до $+5-6^{\circ}$ на юге). Летом в северном полушарии $15-20^{\circ}\text{C}$ в южном – около 10°C . Годовое количество осадков на равнинах составляет 500-600 мм, на гористых берегах может превышать 2 тыс. мм.

На восточных берегах материков в умеренном поясе четко выражен муссонный характер климата. Летом здесь развита циклоническая деятельность, с которой связана значительная облачность и осадки, максимальное количество которых приходится на это время года.

Зимой же преобладает антициклональная циркуляция. По восточной периферии континентальных антициклонов далеко на юг распространяется холодный воздух. Зима холодная сухая.

К северу от умеренного климатического пояса в северном полушарии и к югу – в южном полушарии распространяются переходные к полярным областям субарктический (материковый и океанический) и субантарктический (океанический) климаты.

Важнейшая особенность полярных областей (арктический и антарктический климатические пояса) – полярный день и полярная ночь, а так же наличие в течение круглого года снежного и ледяного покровов.

Большая отражательная и излучающая способности подстилающей поверхности приводит к тому, что годовые суммы радиационного баланса отрицательные, а летом большая часть тепла расходуется на таяние снега и льда. Поэтому температура воздуха

остается низкой. В Центральной Арктике она редко поднимается выше 0°C. Во внутренних районах Антарктиды летом -30...-35°C.

Важная черта климата – сильный ветер, который в сочетании с низкой температурой придает особую суровость климату, вызывает метели, уплотняет снег. Среднемесячные скорости ветра достигают 15 м/с, а в отдельных случаях -30 м/с. Летом приток солнечной радиации при антициклональной погоде – около 1000 МДж/м², однако отражение настолько велико, что радиационный баланс в декабре составляет около 85 МДж/м². На поверхности обнаженных скал радиационный баланс равен 400 МДж/м², в результате чего скалы обтаивают. Температура воздуха у нагретой солнцем каменистой поверхности может достигать 35°C, а уже на высоте 2 м – (-12°C). Годовое количество осадков во внутренней Антарктиде 40-50 мм. По мере приближения к антарктическому побережью оно увеличивается до 600-700 мм. Среднемесячная температура воздуха в январе во внутренней Арктике -30...-32°C. В результате циклонической деятельности наблюдается большая междусуточная изменчивость температуры воздуха, особенно зимой. Летом температура близка к нулю. При поступлении более теплого воздуха с юга возможно повышение температуры до +6°C. Летом преобладает пасмурная погода, что усиливает рассеивание солнечной радиации. Часты туманы. Незначительное содержание влаги в воздухе – причина того, что во внутренней Арктике выпадает лишь 150-200 мм осадков.

Материковый полярный климат в Антарктиде, в Арктике – океанический. В Антарктиде исключительно суровая зима и холодное лето. Средняя температура воздуха всех месяцев отрицательная. Во внутренних районах Антарктиды зарегистрирована самая низкая для земного шара температура воздуха – около -90°C. Арктика теплее Антарктиды, несмотря на то, что поверхность океана в полярной области всегда покрыта льдами. Океанические воды дают дополнительное тепло.

Современный климат конкретных территорий необходимо рассматривать на фоне общей глобальной тенденции изменения климата.

Палеогеографические исследования показывают, что климат довольно сильно изменялся на протяжении истории нашей планеты. В различных районах земного шара происходили крупные потепления, а также похолодания, приводившие к оледенению значительной территории. Что бы понять современный климат необходимо установить причины его изменения в геологическом прошлом. Распределение климатических зон существовало и в прошлом, но по разным причинам происходило их смещение к югу или северу. Изменение климата может происходить и под влиянием естественных причин – тектонических, астрономических, радиационных, химических, и под влиянием хозяйственной деятельности человека.

Лекция IV. Литосфера компонент географическая оболочка Земли. Общие понятия о литосфере Земли.

Литосфера – внешняя среда «твердой» географической оболочке Земли, включает в себя земную кору и часть верхней мантии.

Часть верхней мантии, находящейся на глубине 120 км и ниже, состоит из горных пород, которые являются субстратом для земной коры. Земная кора имеет мощность от 50 до 120 км. Она наиболее тонкая оболочка из всех геосфер Земли, которая по химическому составу разделяется на верхнюю «сиалитную» из-за содержания кремния и нижнюю «симатическую», которая состоит из алюминия и магния.

Земную кору подразделяют на два разных типа: континентальный и океанический.

Континентальный тип земной коры имеет толщину от 20 до 65 км, эта мощность, которая образует континенты. Толщина океанической земной коры гораздо более тонкая, которая на дне океана измеряется от 5 до 10 км.

Основу континентального типа земной коры составляет гранит, который является легкой горной породой, а основой океанического типа является плотная горная порода – базальт.

Континентальные горные породы образовались в течение длительных геологических периодов в результате смены морей сушей, изменения климата и под действием микроорганизмов.

Эти породы, можно назвать почвообразующими, которые и составляют литогенную основу ландшафта. На различных по механическому составу почвах в одном ландшафте, формируется неоднородная растительность, что можно показать на примере природно-территориального комплекса, где на глинистых и суглинистых почвах в умеренном поясе лесной зоны растут еловые леса, а на песчаных почвах – сосновый бор.

Кроме того, разные по механическому и химическому составу горные породы влияют на соотношение поверхностного и подземного стока, которые оказывают влияние на ионный состав, а он в свою очередь влияет на формирование почв.

В горах форма рельефа влияет на формирование высотной зональности в горных областях и на распределение осадков, которые в свою очередь контролируют увлажнение окружающей среды.

Территориальная неоднородность рельефа, на котором и происходит развитие территориальных комплексов, создает неодинаковую кинетическую и потенциальную ландшафтную энергию, которая проявляется как во внутренних, так и во внешних силах Земли.

Вследствие того, что разнообразные горные породы формируют склоны различной крутизны, вследствие чего поглощается не одинаковое количество тепла, т. е. крутые склоны получают меньше тепла, а пологие больше, кроме того, нужно еще учитывать место их расположения. На южных склонах формируется более теплая среда, а на северных - более холодная, все это оказывает свое влияние на особенности развития ландшафтных комплексов.

Генетические процессы образования рельефа Земли.

Рельеф земной поверхности весьма многообразен. На нем встречаются суровые плоскогорья и низменности, острые пики гор и необъятная ширь равнин, пересекаемых различными по многоводности реками, несущими свои хрустальные струи вниз по течению, могучие конусы выноса вулканов и сумрачные теснины каньонов, наполненные шумом стремительных потоков. Поэтому не удивительно, что взгляд человека всегда притягивался к различным формам рельефа. Изучая процессы образования отдельных форм рельефа, его строение, внешние признаки и географическое распространение, ученые, основываясь на этих знаниях, создали науку, получившую название геоморфология.

Геоморфология – это физико-географическая наука, тесно связанная с другими науками этого цикла. Ни физическая география, ни общая геология не могут существовать без геоморфологии, так же как геоморфология немислима вне физической географии или геологии. Следовательно, геоморфология – это наука, занимающаяся изучением законов развития форм рельефа, его внешних признаков и географического расположения. Как известно, процесс развития научной теории складывается из единства и борьбы противоположностей, так и для геоморфологии – это противоречие между внутренними (эндогенными) и внешними (экзогенными) факторами развития рельефа.

Значит можно сказать, что рельеф Земли является совокупностью форм, имеющих определенное геологическое строение и подвергающихся постоянному воздействию как внутренних (эндогенных), так и внешних (экзогенных) сил Земли.

На рубеже веков возникло одно из важных представлений о современной геоморфологии – это понятие о генетическом типе рельефа, который сочетает комплекс форм, образованных одним или группой родственных процессов, находящихся в определенном сочетании друг с другом.

Действующие на Земле экзогенные процессы проявляются в своих противоположных, но динамически связанных процессах – разрушения и созидания.

Для обозначения разрушительной деятельности экзогенных процессов существуют специальные термины: эрозия – размыв поверхностными водами; абразия – разрушение берегов волнами морскими или океаническими; нивация – разрушение на контакте со снежником; экзарация – выпаживание земной поверхности ледниковым телом; дефляция – выдувание части поверхностного слоя почвы ветровым потоком, Совокупное действие экзогенных процессов разрушения земной поверхности, называется денудацией. Накопление продуктов разрушения, за счет экзогенных процессов, на какой-либо поверхности называется общим термином – аккумуляция (водная, ледниковая, морская и т.д.). Деятельность речных и поверхностных потоков, называется флювиальным процессом. Полоса территорий, которая не покрывалась непосредственно ледником, но на рельеф которой он все же оказал значительное воздействие, оттекавшими от него водами, называется пригляциальной зоной или около ледниковой. Территория, которую ледник выравнивал своим телом, получила название – денудационная зона. Поверхность, на которой накапливался разрушенный осадочный материал, получила название аккумулятивная зона.

К концу прошлого и началу нынешнего столетия трудами зарубежных и отечественных геологов были выяснены многие вопросы происхождения форм рельефа, в том числе ледниковых и эрозионных. Ученые хорошо представляли большую роль тектонических факторов (т.е. движений: вертикальных и горизонтальных земной коры и созданных этими процессами поверхность рельефа) в образовании и развитии главных форм рельефа – гор и равнин. Первым, такую общую концепцию развития теорий о возникновении рельефа, попытался создать американский геоморфолог Уильям Моррис Дейвис, в которой он за основу взял группу экзогенных процессов для формирования рельефа. Попытки преодолеть недостатки учения У. Дейвиса была предпринята в 1920г в Германии Вальтером Пенком, который привлек внимание к эрозионно-денудационным процессам. Современники не сразу поняли, что учение В. Пенка лишь на первый взгляд отвергает концепцию У. Дейвиса, а на самом деле они оба взаимно дополняют друг друга.

Между тем обе концепции имели общий, существенный недостаток - отсутствие, глобального подхода к проблеме, т.е. взгляда на рельеф Земли как на свойства планеты, но вместе с тем В. Пенк и У.Дейвис по праву считаются основоположниками современной геоморфологии.

Одними из основных советских ученых геоморфологов, которые занимались вопросами возникновения рельефа, были К.К.Марков и И.П.Герасимов. Они в своей концепции предусмотрели влияние сил экзогенных и эндогенных в формировании рельефа. К.К. Марков свой метод назвал – методом геоморфологических уровней, в котором видимые нами проявления в рельефе эндогенных сил (горы, возвышенности, равнины, впадины и т.д.) выглядит гораздо грандиознее и эффектнее, чем формы, созданные экзогенными процессами (речная долина, моренный холм, ледниковый цирк в горах или овраг), проявление внутренних и внешних сил в масштабе геологического времени, как ни странно количественно соизмеримо. К настоящему времени это положение неоднократно подтверждено подсчетами скоростей денудации. Эти скорости таковы, что в высоких горах процессами денудации срезается в год слой средней

мощностью 1мм, и если бы горы не поднимались за счет восходящих тектонических сил, то они через несколько миллионов лет после своего образования были бы полностью уничтожены. Следовательно, если вертикальные движения земной коры прекратятся, экзогенные процессы будут выравнять рельеф, стремясь создать почти горизонтальные поверхности, совокупность которых будет покрывать весь земной шар. Эти поверхности К.К.Марков и назвал геоморфологическим уровнями. Изучение деформированных (поднятых или опущенных поверхностей) уровней позволяет установить проявление вертикальных движений, т.е. исследовать деятельность эндогенных факторов.

В современную эпоху выровненные поверхности связаны с теми уровнями, где действуют самые интенсивные экзогенные процессы, и выражены они в тех районах земного шара, где установились относительное равновесие между внутренними и внешними силами.

Таковы поверхности морской абразии и аккумуляции, полосой окаймляющие материки и привязанные к уровню океана. Таковы денудационные (эрозионно-аккумулятивные) поверхности материковых равнин, сформированные деятельностью рек и процессами эрозии в их бассейнах. Наконец, в горах на разной высоте встречаются эрозионные формы рельефа, привязанные к уровню снеговой границы.

В эпоху плейстоценовых облещенений, последние из которых закончились чуть больше 10 тыс. лет назад, уровень снеговой границы был ниже современного ее положения, так же как и уровень океана. На материковых равнинах тоже протекали процессы сильно отличающихся от современных.

Там, где интенсивные движения земной коры нарушают равновесие между внутренними и внешними силами, возникают области горного рельефа. Следовательно горы и равнины – две основные категории рельефа Земли, отражающие характер взаимодействия этих сил.

Не только в горах, но и на равнинах отчетливо видны признаки великого противоборства, идущего с переменным успехом. Существует два основных типа равнин: денудационные и аккумулятивные. Денудационные равнины образуются на территориях, испытывающих слабые поднятия, аккумулятивные равнины приурочены к районам опускания.

Денудационные равнины, образовавшиеся на месте древних уничтоженных гор, сложены кристаллическими изверженными и метаморфическими породами и носят название цокольных. Денудационные равнины, образовавшиеся на месте древних аккумулятивных отложений, где залегают горизонтально сложенные пласты осадочных пород – песчаника, известняка, доломита и др. получили название – пластовые равнины.

Аккумулятивные равнины, от поверхности сложены толщами молодых отложений (морских, речных, озерных), которые чаще всего рыхлые, т.к. накапливаются быстро и не успевают уплотниться.

Выделяя геоморфологические уровни, К.К.Марков, как бы смотрел на рельеф сбоку, т.е. «в профиль».

Метод И.П.Герасимова – это плановое развитие рельефа, т.е. взгляд на рельеф «сверху». Решая всю ту же основную проблему геоморфологии – анализ взаимодействия эндогенных и экзогенных факторов, он выделил три генетические категории форм, охватывающие все многообразие рельефа земной поверхности – геотекстура, морфоструктура (рис.3.1) и морфоскульптура.

И.П.Герасимов отнес к элементам геотекстуры, наиболее крупные формы – это материка, океанические впадины, равнинно-платформенные области, главные горные пояса.

Предполагается, что они обязаны своим происхождением силам общепланитарного (космического) масштаба, взаимодействующей со всеми другими процессами рельефообразования.

Элементы морфоструктуры – это преимущественно крупные формы рельефа, которые возникают в ходе взаимодействия экзогенных и эндогенных сил при ведущей роли эндогенного фактора, т.е. движения земной коры. Это отдельные горные системы и их части, хребты и нагорья, плоскогорья, межгорные впадины, низменности и возвышенности равнин, отдельные тектонические структуры (складки выпуклые – антиклинали и вогнутые – синклинали, поднятые и опущенные блоки земной коры, ограниченные разломами), выраженные в рельефе.

Иерархия, определенная система соотношений, которая существует среди морфоструктур. Наиболее крупные морфоструктуры состоят из нескольких средних, те в свою очередь – из ряда небольших и т.д. Характер и размеры, расположение морфоструктур определяются теми тектоническими процессами, с которыми они связаны.

Морфоскульптура – это преимущественно небольшие формы, образованные экзогенными рельефообразующими процессами во взаимодействии с другими рельефообразующими факторами. Примеры морфоскульптур моренная гряда, балка, троговая долина, песчаная дюна и т.д. Надо сразу сказать, что эта классификация не просто разделение форм рельефа на крупные, средние и мелкие, но и на категории рельефа, выделенные по их происхождению, и признаку ведущего фактора, который никогда не действует в одиночку, а всегда проявляется во взаимодействии с другими факторами. Морфоскульптуры так же подчиняются определенной иерархии, но характер ее совершенно иной. Деятельность экзогенных процессов, их сочетание определяется климатом данной территории, поэтому они подчиняются основному закону географической оболочки – закону зональности.

Морфоструктуры образуют основу, остов рельефа, морфоскульптура – своего рода орнамент, покрывающий этот остов.

Самая крупная единица классификация морфоскульптур – морфоскульптурная зона. Она выделяется по признаку основного экзогенного процесса, оказавшего влияния на ее рельеф в настоящее время или в прошлом (например, зона древнеледниковой, флювиальной, аридной морфоскульптуры). Части морфоскульптурной зоны – страны, провинции, области, районы – отражают индивидуальные особенности различных территорий, чаще всего определяемые морфоструктурными условиями. Разработанные почти одновременно и независимо одна от другой концепции К.К. Маркова и И.П. Герасимова были святы за основу геоморфологами и прошли серьезную проверку практикой. Новый подход к изучению эндогенных процессов получил название морфоструктурного анализа, а одним из основных его методов стал анализ деформаций разновозрастных поверхностей выравнивания, представляющих собой конкретное выражение в рельефе геоморфологических уровней.

Лекция IV. Основные элементы формирования материкового рельефа.

Главные элементы рельефа материков – это горы и равнины. Так, на материке Евразии выделяются обширные равнины: низменные Восточно-Европейская и Западно-Сибирская, возвышенные – Восточно-Сибирская, Индостана и Аравии, высокие Центральной Азии. По окраинам материков возвышаются либо сравнительно невысокие горы типа Скандинавских, либо чаще встречающиеся высокие и высочайшие горы, охватывающие большую часть Евразийского континента с юга (от Пиренеев и Альп до Гималаев и гор Индокитая), средние и высокие по южной окраине Китая, на Дальнем Востоке и Северо-Востоке России. Сходную картину можно найти на территории Северной и Южной Америки, Африки, например, в Северной Америке низменные равнины центральной части материка к востоку, орошаются гигантской речной системой Миссисипи и её притоков, а к западу и северу переходят в приподнятые

равнины бассейна Огайо, Среднего Запада и Канады. На периферии материка протягиваются в восточной части низкие и средневысокие Аппалачи, в западной – гигантская горная система Скалистых гор и Кордильер. В Южной Америке, в Западном полушарии Аргентины, покрытая вечными снегами находится Аконкагуа – высочайшая горная вершина в Андах. Вдоль восточного побережья на Африканском материке протянулся горный вулканический массив.

Подобные формы можем видеть и на остальных материках. Например, если убрать на Антарктиде ледяной покров, который образует большую часть поверхности материка, то окажется, что коренное ложе (средняя ее часть) располагается так же на низкой отметке, местами даже ниже уровня океана. Это главная характерная особенность материков объясняется строением и эволюцией континентальных морфоструктур. Известно, что по своей геологической структуре огромные, средние части материков представляют собой, так называемые, древние материковые платформы, которые являются тектонически устойчивыми областями, сложенными базальтом, гранитом и др., они представляют материковую кору, сформировавшуюся еще в докембрийское время - от 600 – 670 млн. до 3,5 млрд. лет назад. Базальты, граниты, метаморфические сланцы и песчаники – характерные породы древних платформ.

Приблизительно около 1000 млн. лет назад по краям этих первичных платформ стали появляться глубокие понижения, где и собирались продукты разрушения древних платформ и остатки морских организмов, населявшие эти бассейны. Позднее эти отложения были подвергнуты интенсивным тектоническим воздействием - складчатости и метаморфизму, где под действием высоких температур и давления происходили не обратимые процессы изменения. За тем в них внедрялись за счет эндогенных сил магматические породы, что привело к образованию жесткой земной коры континентального типа. Завершились преобразования сначала поднятием бывших прогибов и окраин бассейнов, а затем общим поднятием, сопровождавшимся складчатыми деформациями возникшими в результате разлома земной коры.

В геологии совокупность этих процессов называют геосинклинальным горообразованием.

История формирования материков насчитывает 4 эпохи геосинклинального горообразования – каледонская, герцинская, мезозойская и альпийская складчатости.

Крупнейшие древние платформы – Восточно-Европейская, Сибирская, Восточнокитайская, Индостанская, Аравийская, Африканская, Австралийская, Северо- и Южно-Американская. Поверхность фундамента платформ древних докембрийских пород не ровная. Области выхода фундамента на поверхность получили название щитов, которые в течение почти полумиллиарда лет медленно поднимались, подвергаясь действию денудации.

Морфоструктурам щитов соответствуют цокольные, обычно возвышенные равнины или не высокие горы – кряжи: Балтийский, Анадырский щиты в Евразии, Канадский в Северной Америке, Бразильский и Гвианский в Южной Америке.

Большую часть платформ занимают области, где фундамент перекрыт пластами осадочных пород, в виде чехла, мощность которого составляет около 5 км, а конкретные значения зависят от того, насколько поднят или погружен фундамент. На территории Москвы фундамент лежит на глубине более 1 км. В рельефе таких областей преобладают пластовые равнины и их разновидности. На некоторых участках платформ фундамент погружен очень глубоко, это области опусканий. Для таких морфоструктур характерны аккумулятивные равнины: Прикаспийская и Печорская низменности, бассейн реки Вилюя, находящийся на Западе Восточной Сибири.

По своему происхождению горы материков различны. Большинство из них возникли в результате завершения геосинклинального процесса в мезозойскую и альпийскую эпохи складчатости, которые в основном расположены в двух подвижных поясах. Один пояс гигантским кольцом опоясывает Тихий океан, к которому относятся Северо - Американ-

ские и Южно-Американские Кордильеры, горные системы Северо-Восточной Азии, Российского приморья, Новой Гвинеи, а так же многочисленные подводные хребты, вершины которых образуют острова.

Другой подвижный пояс – Альпийско–Гималайский – протягивается через всю Евразию от Пиренейского полуострова на Западе до полуострова Малакка на Востоке.

Сравнительно недавно было установлено, что кроме гор, возникших на месте молодых геосинклиналей (т.е. эпигеосинклинального горообразования) есть горы, возникшие на месте платформ, т.е. часть платформы находящейся в спокойном тектоническом режиме с выровненным рельефом (в геологическом смысле), почему-то оказывается изнутри взломанной разбитой на отдельные крупные блоки и глыбы, поднятые на разную высоту, а в некоторых случаях изогнутые пологими вздутиями или прогибами. Этот процесс, получивший название активизации платформ или эпиплатформенного горообразования, происходящего в течение последних 10...20 млн. лет и особенно сильно проявившегося в Центральной и Восточной Азии. Здесь активизации подверглось Северная часть Китайской и Южная часть Сибирской докембрийских платформ, а также участки более молодых каледонской и герцинской платформ и области мезозойской складчатости.

Большая часть поднятых блоков интенсивно расчленялось речной эрозией, ледниками и другими процессами денудации, почему и приобрела типично горный облик. В пределах же других блоков и глыб сохранились участки первичной поверхности выравнивания. Это так называемые сырты Тянь-Шаня, плоскогорья Тибета, Гоби и других районов.

Основные морфоструктурные различия между эпигеосинклинальными и эпиплатформенными горами заключаются в том, что первые подверглись в основном сводово-складчатым деформациям, а вторые образовались на древней материковой платформе преимущественно глыбовым, разрывным взломом платформы. При этом молодые тектонические процессы движения часто не считались с древними структурами, что создало большую сложность морфоструктур областей активизации, к одному из которых можно отнести Тяньшаньско-Охотский горный пояс. Он охватывает Тянь-Шань, Алтай, Саяны, горы Прибайкалья, Забайкалья и Приохотья. Здесь можно проследить резкий контраст высот между горными вершинами и глубиной междугорных впадин (например, высота Пика Победы на Тянь-Шане выше 7 км, а глубина Байкальской впадины составляет около 1,5 км), которые приводят к интенсивному движению земной коры и высокой сейсмичности. Классификация гор по высоте показана на схеме.

При образовании таких горных поясов, как Яно-Колымский, Южно-Китайский, Уральский, Австралийский, Аппалачский, Скандинавско-Каледонский, где процессы активизации древних структур происходили менее интенсивно, поэтому эти горы отличаются меньшими размерами и высотой.

Особый пример активизации древней платформы представляют собой горы Восточной Африки. Здесь образовались гигантские вздутия земной коры. Сводовые их части под влиянием сильного растяжения обрушились, образовав узкие и глубокие, линейно вытянутые провалы - рифты. Самые крупные рифты заняты озерами Ньяса, Танганьика, Рудольф и др. В Красном же море растяжение было настолько значительным, что материковая земная кора разошлась в стороны, уступив место океаническим базальтам.

Большую часть поверхности материков занимают платформенные равнины, на долю которых приходится 70% от всей площади материков, а на оставшихся 30% располагаются горы.

Основным из главных условий проявления экзогенных процессов является ветровая эрозия, которая способствует перемещению обломочного материала горных пород по земной поверхности. Процесс выветривания, как бы, способствует изверженным породам, образовавшимся на большой глубине, при высоком давлении и максимальных

температурах, приспособиться к условиям земной поверхности. В результате физических, химических и биологических процессов наступает нарушение прочности и последующие разрушение горной породы, что в дальнейшем приводит к почвообразованию.

Рельеф осыпей, обвалов, и оползней возникает в результате больших перепадов высот, где он интенсивно расчленен на развитых крутых склонах, и по которым под действием силы тяжести начинают перемещаться горный обломочный материал, при резком обильном увлажнении, после длительного периода засухи, могут возникнуть грозные грязекаменные потоки, получившие названия сели.

В отличие от крутых склонов, на пологих склонах в основном проявляются процессы перемещения обломочного материала, вызванного гравитационными силами, которые медленно действуют на пологих залесенных или задернованных склонах. Внешне их проявление почти не заметно, но тем не менее происходит медленное смещение почвогрунтовых масс вниз по склону.

Механизм его заключается в периодическом изменении объема увлажненных частиц при замерзании и оттаивании, при разбухании коллоидов и высыхании. Увеличиваясь в объеме частицы смещаются вниз по склону, а уменьшаясь уже на прежнее место не возвращаются. На равнинах медленное смещение грунта является одним из самых распространенных процессов денудации склона.

Другими факторами разрушения земной коры, является процесс, который зависит от деятельности стока поверхностных вод, который может иметь временный и постоянный характер.

Считается, что из всех типов скульптурного рельефа речная сеть проявляет самую тесную связь с элементами морфоструктуры, т.к. рельеф речной сети, т.е. положение долин и водоразделов в основном определяются морфоструктурным планом территории.

В зависимости от возраста и характера морфоструктур соотношения с ними речной сети различно. Оно довольно простое в молодых складчатых горах, где антиклинальные хребты являются водоразделами, а синклинали впадины – долинами. В областях активизации древних структур оно наиболее сложное, т. к. древние реки часто успевали размывать поднимающиеся более молодые горные хребты, образуя узкие теснины, ущелья и каньоны, называемые долинами прорыва.

Большую долину прорыва образует река Енисей, прорезающая хребет Западного Саяна, с его 2-3-х километровыми вершинами. Днища долин равнинных рек умеренного пояса обычно заняты широкой выровненной поверхностью, получившей название поймы, в которую врезано русло реки. С происходящими сложными русловыми процессами, деформации которых приводят к смещению перекаатов и плесов, к формированию новых излучин и исчезновению старых, к образованию островов, делящих русла на рукава, все это приводит к образованию морфоскульптурного рельефа, который ярко проявляется на пойменных территориях.

Пойма – часть речной долины, периодически затапливаемая паводковыми водами, которые транспортируют донные и взвешенные наносы, состоящие из песка, глинистых и илистых частиц, оседающих тонким слоем на дно реки и поймы, что постепенно приводит к изменению пойменного рельефа.

Вдоль откосов речной долины в виде ступеней располагаются береговые террасы, которые представляют собой выступающие участки древних днищ долины, расположившихся выше современного дна русла, где по береговому обнажению можно определить их геологическое строение и установить постепенное углубление ложа русла.

В разных природных зонах русловой процесс имеет свои особенности, т.е. знаменитые водопады тропических и субтропических рек своим существованием обязаны не только морфоструктурным условиям (горизонтально залегающим пластам горных пород с различной устойчивостью к разрушению), но и активно идущим процессам химического выветривания, разрушающим обломки горных пород. Из-за

недостатка этого «абразивного» материала в русле реки водные потоки не в состоянии промыть уступы водопадов и создать спокойный без перепадов продольный профиль реки.

Появление эрозионных процессов в овражно-балочной сети наших степей и лесостепей имеет зональный тип. В результате неграмотной хозяйственной деятельности получили интенсивное развитие эрозионные процессы, которые наряду со старыми привели к образованию новых морфоскульптур.

Зона флювиальной морфоскульптуры развита на равнинах Европы, Западной Сибири и Северной Америки в условиях влажного и полувлажного климата лесной, степной и лесостепной зон.

Аридная – засушливая морфоскульптура развита в пустынях субтропического и умеренного климата. Специфика процессов аридной денудации и аккумуляции определяется интенсивным физическим выветриванием, особой ролью солевого (химического) выветривания, господством ветровых (эоловых) процессов, перерабатывающих аккумулятивный рельеф флювиальных морских и других равнин.

В горах древняя и современная ледниковая морфоскульптура также соседствует с эрозионным рельефом. В отличие от покровного оледенения равнин для большинства горных стран характерны долинныи ледники. Они перерабатывают эрозионные параболической формы долины, расширяя их днище и придавая им корытообразную форму трога, перегороженного в нижней части грядой конечной морены. Округлые эрозионные водоразделы, которые ледники и снежники превращают в острые гребни и пики, образующиеся при отступании к центру горной вершины стенок кресловидных понижений – получивших название цирков и каров.

В областях распространения вечной мерзлоты развивается креогенная морфоскульптура. В горных условиях она представлена гольцами (горными вершинами, сглаженными процессами морозного выветривания) и формами, образованными солифлюкцией (течение подтаявшего переувлажненного грунта по поверхности мерзлых пород, служащей водопором). Интенсивное физическое выветривание приводит к образованию курумов – полей крупных каменных обломков и глыб. На аккумулятивных равнинах наиболее яркие формы связаны с образованием полигонально-жильных льдов и термокарстов.

Экзогенные процессы, не образующие морфоскульптурных зон, тем не менее также подчиняются закону зональности. Например, карстовые процессы (растворение известняков и некоторых других пород) в умеренных широтах образуют воронки, пещеры, колодцы, провалы, т.е. отрицательные формы рельефа. В условиях же влажных тропиков процесс растворения известняков идет настолько интенсивно, что массив карстовой породы разрушается почти целиком, от него остаются лишь группы останков, напоминающих высокие копны с округлыми вершинами. Это так называемый башенный карст, развитый в южных районах Китая и на севере Вьетнама. Ознакомившись вкратце с формированием эндогенных и экзогенных материковых рельефов можно сказать, что рельеф – важнейший компонент географической оболочки, и не только потому, что геоморфологическое строение является основой и составляющей частью литосферы географической оболочки, но также и потому, что формы рельефа экзогенного происхождения подчиняются закону географической зональности, как и другие её компоненты. В то же время рельеф консервативен, т.к. он изменяется гораздо медленнее других компонентов (климата, почв или растительности). Присутствие реликтовых элементов усложняет структуру современного рельефа. Не менее важная особенность рельефа – независимость его эндогенной составляющей, морфоструктуры, от закона географической зональности. Благодаря этой независимости возникают неоднородности рельефа внутри одной и той же зоны.

Лекция V. Формирование морфоскульптурного рельефа зоны ледниковой денудации на территории России.

На севере расположилась зона древнеледниковой морфоскульптуры. В течение последнего 1 млн. лет территория зоны не однократно покрывалась гигантскими покровными ледниками, которые надвигались отдельными массивными частями на территорию равнины. Они образовывались на поверхности древних, медленно поднимающихся, морфоструктур Канадского и Балтийского кристаллических щитов, в невысоких горах Полярного Урала, Новой Земли и плато Путорана, откуда растекались в направлении с северо-запада на юго-восток на прилегающие равнины.

На территории материка росло и увеличивалось тело ледника, масса которого уплотнялась и превращалась в плотный снег, который в последствие под тяжестью снежных масс образовал настоящий лед, который смерзлся находясь в непосредственном контакте с твердыми коренными породами кристаллического щита. Какое-то время ледник находился в состоянии покоя, а затем ледниковая масса резкими подвижками смещалась вниз, выламывая на своем пути крупные блоки и захватывая более мелкие обломки скальных пород, состоящих из тяжелых фрагментов гранита, гнейса, кварцита, песчаника, габбро, базальт и т.д.

В областях кристаллических щитов и гор на материке ледники сглаживали выступы скалистого основания, образуя зону ледниковой денудации. Дальше ледник создавал характерные формы рельефа, получившие название «бараньих лбов» и «курчавых скал», кроме этого он, как плугом, выпаживал поверхность (процесс экзарации) образовывая понижения, в которых после его таяния, собирались срезанные ледником с поверхности выступающие отложения, т.е. образовалась зона аккумуляции. В прилегающей к леднику территории появилась зона перигляциальная, которая не покрывалась ледником непосредственно, но за счет талых вод оттекавших от него, создала рельеф околледниковой зоны. Скалы, образовавшие «бараньи лбы» - это срезанные поверхности с кристаллического материкового щита, сложены из гранитных и гранитогнейсовых горных пород, у которых северо-западный склон (обращенный навстречу движению бывшего ледникового тела) выположен и отшлифован истиранием ледника о породу, а юго-восточный склон имеет рваные угловатые очертания. Курчавые скалы образуют массивы собранных вместе «бараньих лбов», которые расположены по побережьям озер, залегающих в котловинах, выпажанных крупными ледниковыми языками, и вдоль крупных тектонических трещин образовавшимися в кристаллическом щите. По неглубоко врезанным порожистым речным долинам, разбросаны котловины озер, соединяющихся короткими каналами - протоками. Рельеф в виде вытянутых гряд, сложенный плотными кристаллическими породами образовавшимися в период архея и протерозоя, а так же скальные выступы, холмы и своды получили название сельги, что в переводе с финского обозначает спина, кряж. Кряж – это линейно вытянутая холмистая возвышенность без резких очертаний гребня и вершины.

В сочетании с между грядовыми ложбинами и песчаными озерно-ледниковыми котловинами сельги создали весьма живописный ландшафт, расположенный на севере Карелии.

Распространение гигантских ледниковых языков привело к распахованию огромных бассейнов, которые образовали аккумуляционные зоны, получившие в последствии название экзарационных равнин (озерного, водно-ледникового или моренного происхождения).

В пределах низменности, сложенными рыхлыми породами, натываясь на выступы твердых пород, ледник создал округлые гряды, названными друмлинами или «хвостатыми грядами», которые внешне напоминают опрокинутую ложку, и состоят из скального ядра, около которого ледник тормозился и оставлял большое количество обломочного материала (валунов, гравия и песка). Скопление друмлинных гряд, образовали

друмлинные поля, которые в сочетании с водно-ледниковыми осадками формируют друмлинные равнины.

Формирование рельефа зоны ледниковой аккумуляции на территории России.

Чуть южнее, где на пластовых равнинах, среди холмов, болот и извилистых рек лежит Центральная Россия, по которой ледник расползлся отдельными более или менее мощными языками, направление которых лишь от части совпадало с основным перемещением ледника, а в основном подчинялось конфигурации речных бассейнов и форм местного доледникового рельефа. Здесь образовалась донно-моренная равнина или равнина основной морены, которая появилась в последствии оледенения Русской платформы, сформированной на дне под ледниковым покровом вдали от его краев. Территории донно-моренных равнин представляют собой волнистые поверхности, среди которых встречаются плоские участки, пологие всхолмления и понижения, которые чередуются с хаотично разбросанными холмами. Средние превышения поверхности земли на равнинах основной морены достигают 10 м и редко 25 м.

Они сложены обычно не слоистыми валунными суглинками (моренами), реже глинами, которые на некоторой глубине могут переслаиваться с песчаными линзами межморенных отложений, которые встречаются и в самой морене, которая на профиле обнажения в долине реки может быть представлена как одной, так и двумя, а иногда и тремя моренными толщами, что встречается крайне редко.

При последнем оледенении в центре Русской равнины сформированная московским ледником, образовалась классическая верхняя морена, которая имеет красно-коричневый, коричневато-бурый и реже желто-бурый оттенки. Более древние морены днепровского и окского оледенения, окрашены менее ярко в серовато-коричневый и серо-сизый тона, из-за постоянного переувлажнения, которое способствует образованию вторичных закись соединения железа с кремнием и алюминием.

Морену сложенную несортированным и неоднородным обломочным материалом с присутствием валунов, разделяют на бескарбонатную, распространенную на Скандинавском полуострове, и карбонатную, встречающуюся у нас на северо-западе в Нечерноземной зоне России.

На всем пространстве своего залегания морена перекрыта покровными отложениями, которые представлены суглинками и супесями.

Возвышенности на Русской равнине, представленные цепями и грядами холмов, вытянутых преимущественно в широтном направлении, перпендикулярно движению ледника, называют конечными моренами.

Валы конечно-моренных гряд редко непрерывно протягиваются на большие расстояния, они часто очерчивают изрезанный край бывшего ледникового тела с его вытянутыми вперед лопастями в виде языков и разделявшими их участками, в которых возникают дугообразные хаотичные скопления холмов, называемых межпластовой мореной.

Конечно-моренные возвышенности образуют целые пояса, состоящие из гряд и цепей холмов, расположенных параллельно друг другу, которые протягиваются почти на 100 км и имеющие ширину до 50 км. Они представляют собой самые высокие места на равнине, где их абсолютная отметка достигает 300 м и более.

Возвышенности окружены по периферии донно-моренными равнинами, которые возникли на более низких отметках.

Состав горных пород, слагающих конечные морены, отличается богатым разнообразием, здесь валунные суглинки чередуются с супесями и разнотерными

песками, содержащими гравий и гальку. Иногда в разрезах конечно-моренных холмов встречаются валунные пласты, мощностью до полутора метров из плотно уложенных и окатанных валунов и валунчиков, различных пород (от гранита до кварца и песчаников).

Рельеф сформированный ледниковыми потоками на территории России.

Гигантские водные потоки, вызванные быстрым таянием ледникового тела, перегруженные наносами не вмещались в русла рек, существовавших в доледниковый период. Поэтому вода со взвешенными наносами затапливала пойму и долину этих рек, где осевшие наносы перекрывали плащеобразно всю территорию долины. Наносы транспортируемые водным потоком были грубые и плохо отсортированные обломки, состоящие из крупнозернистого песка, гравия, гальки, откладывались неправильными слоями, постепенно настилая слабохолмистые песчаные равнины. В последствие под действием ветра создавалась взбуренная волнистая поверхность, которая получила название водно-ледниковой равнины или зандровой равнины (зандр - в переводе со шведского – песок), где амплитуда высот перевеянных бугров невелика (от 1 до 15 м), и склоны которых были пологими.

Заболоченные слабо бугристые водно-ледниковые равнины сформировали целые области на территории северной Европы.

Кроме зандровых равнин, по краям бывшего ледника можно обнаружить зандровые долины, которые протянулись узкими песчаными полосами вдоль русел современных рек, протекающих по средней России.

Как на зандровых равнинах, так и на зандровых долинах встречаются дюнные поля, представляющие собой отдельные песчаные холмы, которые образуются на ветреных сторонах речных долин. Дюны сложены мелкозернистым рыхлым песком.

Высота отдельных дюн достигает 4 м, редко можно встретить дюну около 20 м, они имеют относительно крупные склоны.

Дюны, имеющие вид узких, дугообразных изогнутых холмов, где вогнутые стороны имеют более пологий склон, называют параболическими и они чаще других встречаются на зандровых равнинах.

Расположенный более южнее рельеф, созданный древними оледенениями, активно перерабатывался эрозионно-аккумулятивными процессами. На этих территориях наблюдается сочетание реликтовых ледниковых форм, которые создают сложенный ландшафтный рельеф.

При таянии ледников, большие массы воды, стекая по поверхности заполняли встречающиеся на пути котловины, впадины, лощины и другие понижения, которые в последствии получили название после ледниковых или реликтовых озер, со своеобразным режимом накопления осадков, где мелкопесчаные (алевритовые) фракции тут же отлагались на дне водоема, а тонкие глинистые частицы оставались во взвешенном состоянии, чему способствовали постоянные ветровые волнения на поверхности воды, которые увеличивали поверхностную скорость потоков и их транспортирующую способность, что и являлось причиной возникновения мутных потоков.

Когда поверхность озер покрывалась льдом, то осадконакопление шло за счет оседания тонких глинистых частиц, которые за многие десятилетия способствовали формированию толщи ритмичных ленточных озерных глин.

На берегах озер, образовавшиеся береговые валы, конуса выноса и дельты от впадавших в озеро водотоков. Котловины ледниковых озер мелели за счет аккумуляции осадков, вследствие чего происходило постепенное поднятие и выравнивание днищ озер. Под влиянием разных причин (формирование новых русел рек, тектонических подвижек, таяния погребенного льда, обрушение и прорыв береговых валов), привело к тому, что существование этих водоемов было временное. Озерная вода стекала по вновь образованным каналам - прорыва, тем самым приводя ледниковые озера к обледенению.

Когда озера теряли полностью свою воду, тогда его бывшее дно превращалось в озерно-ледниковую равнину, которая практически имела плоскую поверхность, сложенную озерными ленточными глинами.

Наиболее обширные и глубокие котловины, пережившие 3-4 стадии спуска озерных вод, приведшие к формированию равнинных территорий в центре которых, могло сохраниться реликтовое - послеледниковое озеро, имеющее низкие заболоченные берега, часто небольшие глубины и толстый слой озерных отложений на дне из органических илов – сапропеля, становились в последствии низинными болотами.

Озерно-ледниковые равнины часто перекрыты покровными лессовидными суглинками, у которых на глубине ниже 1-го метра содержатся карбонаты.

После таяния ледника рельеф Русской равнины был расчленен сетью многочисленных каналов-прорыва, с разной пропускной способностью ледниковых вод, некоторые из них стали руслами современных рек, другие образовали вытянутое корытообразное углубление с болотцем.

Своеобразные аккумулятивные формы рельефа возникающие в процессе таяния ледника сформировали множество одиночных форм, которые как бы накладывались на поверхности моренных водно-ледниковых или озерно-ледниковых равнин, и получили название камы и озы.

Камы - это холмы округлой или эллиптической формы, чем-то напоминающие опрокинутую пиалу. Диаметр холма - кама по основанию составляет сотню метров, а высота может приближаться к 60 метрам. У них пологие склоны. Камы сложены разнородными часто слоисто залегающими, песками и супесями, с обильным включением гравия, гальки и валунов, переносимыми и разбросанными по поверхности Русской равнины ледниковыми потоками. Они могут встречаться на равнине по одному в виде крутобокого холма или целыми группами, образующие камовые поля.

Озы – длинные извилистые гряды, которые ведут себя довольно не зависимо от подстилающего их рельефа они переваливаются через возвышенности и пересекают долины рек, и вытянуты по направлению движения ледника. Озы имеют форму с четко выраженным трапециевидным сечением, напоминают извилистые гигантские отложения внутри обмелевших рек. Длина озовых гряд достигает 40-ка км, а ширина у основания до 200м. По вершине они имеют ширину до 20 м. и высоту до 100 м, у них крутые склоны.

Сложены озы косослоистыми супесями с гравием, галькой и валунами. Иногда среди песков, слагающих озы, встречаются линзы суглинков. При этом гравий и галька хорошо окатаны – все эти перечисленные признаки свидетельствуют о том, что озы были сформированы быстро текущими водами в руслах внутриледниковых рек или подледными потоками .

Лекция VI. Почвы как компонент ландшафта.

Почва – это самый поверхностный слой коры выветривания или рыхлых наносов, пронизанный корнями растений, ходами червей, насекомых, мелких землероев и наиболее сильно измененный совместным воздействием на породу атмосферной влаги, воздуха, живых макро- и микроорганизмов и их остатков. Разнообразие почв на земной поверхности очень велико, что обусловлено разнообразием сочетаний факторов почвообразования: горных пород, климата, растительности, рельефа и возраста той поверхности, на которой образовалась почва, а также историей формирования данной почвы.

Горные породы – это источник минеральной части почвы, в зависимости от них изменяется минералогический, химический, механический составы (глина, суглинок, супесь, песок) и многие физические свойства почв.

Климат как фактор почвообразования действует многообразно. С климатом связаны энергетика почвообразования, тепловой и водный режимы, накопление запасов доступной растениям влаги, продолжительность промерзания, наличие горизонта вечной мерзлоты, развевание почв при сильных ветрах.

Растительность – поставщик в почву органических веществ, вследствие биологического поглощения она удерживает в почве ряд минеральных веществ; растительный покров затеняет поверхность почвы, ослабляет силу ветра, препятствует эрозии и дефляции почв. Животные, населяющие почву, разрыхляют почвенную массу, способствуют образованию почвенной структуры, животные – фитофаги размельчают органические ткани и ускоряют их разложение.

Рельеф как фактор почвообразования выступает как перераспределитель тепла, влаги и твердых масс. С историей развития рельефа и изменениями климата связана и история развития почв.

Лишь в конце XIX века великий русский естествоиспытатель Василий Васильевич Докучаев своими исследованиями русского чернозема и других почв Русской равнины и Кавказа установил, что почвы представляют собой особые природные тела и по своим внешним морфологическим особенностям и свойствам сильно отличаются от горных пород, из которых они образовались, а их распределение на поверхности Земли подчинено строгим географическим закономерностям.

Мощный фактор почвообразования почв – деятельность человека: внесение удобрений, обработка, осушение и орошение почв, направление на повышение плодородия существенно изменяют характер и направление почвообразования.

При одинаковом сочетании факторов почвообразования образуются одинаковые почвы. О сходстве и различии почв можно судить прежде всего по их морфологии. Подобно тому, как мы определяем растения, минералы, животных по внешним морфологическим признакам, также мы можем определить и почвы, судить об их происхождении и свойствах.

Вскрыв почву достаточно глубоким разрезом (глубиной 1,5-2,0 м и более), можно увидеть, что вся верхняя толща породы неоднородна и представляет чередование различных по окраске, плотности, структуре и другим признакам слоев, или, как их называют, почвенных генетических горизонтов. Совокупность горизонтов образует тот или иной генетический профиль почв. Почвенные горизонты и их почвообразующая порода обозначаются начальными буквами латинского алфавита (А, В, С).

Расчленение первоначально однородной толщи почвообразующей породы на обособленные горизонты происходит по следующим причинам: на поверхность почвы и в ее верхний, наиболее корнеобитаемый слой, ежегодно поступают органические остатки отмирающих наземных и подземных частей растений.

При действии воды, кислорода и микроорганизмов они разлагаются, частично минерализуются, а частично превращаются в устойчивые темноокрашенные органические соединения – почвенный гумус.

Гумус накапливается в верхней части почвенного профиля, окрашивает ее в темный цвет, склеивает минеральные частицы исходной породы, в результате чего образуется специфическая мелко комковатая или зернистая структура, формируется верхний гумусовый горизонт А – черного, темно-серого, серого, коричневого цветов. Народное название почв «чернозем» появилось благодаря цвету верхнего гумусового горизонта почв степной зоны.

В некоторых случаях на поверхности почвы сохраняется слой слаборазложившихся растительных остатков: в лесу – подстилка, в заболоченных местах – торф.

Влага дождей, талых снеговых вод, поступающая на поверхность почвы, просачивается в рыхлую почвенную толщу и, передвигаясь по порам, трещинам, корневым ходам вниз, растворяет и увлекает вместе с собой подвижные продукты выветривания и почвообразования.

Некоторая часть почвенной влаги перехватывается корнями растений, идет на построение их тканей и возвращается в атмосферу при транспирации. Вместе с влагой поглощаются и, таким образом, предохраняются от вымывания биологически жизненно важные элементы: азот, фосфор, калий, многие микроэлементы. Они возвращаются в верхние горизонты почв вместе с растительным опадом. Этот процесс называется биологическим круговоротом веществ.

Часть влаги и растворенных в ней веществ, не вовлеченных в биологический круговорот, перемещается вниз по профилю. Так как почва периодически прогревается, часть почвенной влаги испаряется, концентрация растворов увеличивается, наименее растворимые органо-минеральные и минеральные вещества начинают осаждаться внутри почвенного профиля на той или иной глубине. Они заполняют поры и полости, образуя различные по форме и химическому составу новообразования, различимые невооруженным глазом, а также хорошо видимые под микроскопом в топких шлифах, сделанных из почвы без нарушения ее естественного сложения.

Горизонты, обогащенные теми или иными новообразованиями, называются иллювиальными, или горизонтами вымывания, и обозначаются латинской буквой В.

Если влаги много и верхние горизонты плохо оструктурированы, в иллювиальные горизонты вмываются не только растворенные вещества, но и мелкие твердые почвенные частицы, не превышающие по своим размерам почвенные поры.

Это преимущественно глинистые частицы диаметром меньше 0,001 мм. Потечи глины, заполняющие поры, хорошо видны при микро морфологическом изучении почв. В некоторых почвах при обильном поступлении на их поверхность влаги, особенно под лесной растительностью, промывание верхних горизонтов идет настолько интенсивно, что между гумусовым и иллювиальным горизонтами формируется особый обедненный органическими и подвижными минеральными соединениями элювиальный горизонт (или горизонт вымывания). Он обозначается латинскими буквами ЕL. Он имеет светлую окраску, напоминающую по цвету золу. Отсюда и название «подзол» - так называли крестьяне бедные почвы лесной зоны.

В некоторых почвах ниже гумусового горизонта ни элювиальные, ни иллювиальные горизонты не выражены, хотя эта часть профиля отличается от подстилающей породы по цвету и структуре; минеральная масса более сильно выветрена, оглинена или ожелезнена; такие горизонты называются метаморфическими и обозначаются латинскими буквами Вt. Это горизонты, в которых идет интенсивное внутрипочвенное выветривание; они свойственны некоторым почвам лиственных лесов, так называемым буроземам, и некоторым почвам влажных субтропических лесов – красноземам.

Измененная почвообразованием материнская порода, находящаяся ниже метаморфических или иллювиальных горизонтов, обозначается индексом С. Если климат сухой и жаркий, почвы насквозь не промачиваются, наоборот, почвенная влага из глубоких горизонтов подтягивается кверху, что приводит к формированию горизонтов, обогащенных легкорастворимыми слоями. В понижениях рельефа, где близко к поверхности стоят грунтовые воды, капиллярный подъем и испарение влаги приводят к образованию солончаков – почв, поверхность которых часто покрыта белыми выцветами и корками солей.

Строение почвенного профиля, состав генетических горизонтов, их мощность, степень выраженности этих диагностических признаков позволяет отнести данную почву к определенному типу, подтипу, роду и виду, дать ей название. Название почвы и ее свойства уточняются после проведения различных анализов: химических, спектральных, рентгеновских и др.

Для того чтобы сделать анализы, берут из каждого генетического горизонта специальные образцы. Чтобы изучить динамику почв, их водный тепловой режимы, состав почвенных растворов, режим питательных веществ, проводят стационарные

исследования на специально оборудованных для этого площадках. Полевые исследования включают изучение и описание почв в целях их систематики, выявление связи свойств почв и их распространения с местными факторами почвообразования: микроклиматом, элементами рельефа, свойствами почвообразующих пород, естественной растительностью и хозяйственной деятельностью человека.

Для выявления связи почв с факторами почвообразования на обследуемой территории закладывается серия профилей, пересекающих различные мезо- и микроэлементы рельефа, массивы, сложенные различными почвообразующими породами и покрытые различной растительностью. На каждом профиле делается ряд почвенных разрезов.

После того как установлена связь почв с определенными сочетаниями факторов почвообразования и устанавливается состав почвенного покрова, проводится путем заложения серии разрезов полевая почвенная съемка для определения границ распространения различных почв и перенесения этих границ на аэрофотоснимок или на топографическую основу.

Почвы представляют собой неоценимое богатство, они обладают бесценным для человека свойством – плодородием, с ними связано производство сельскохозяйственной продукции. От уровня их плодородия зависит обеспечение человечества продуктами питания и другими полезными растительными материалами.

ГЛАВА VII. ПРОИСХОЖДЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ БИОГЕННЫХ ПРИРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Биогенные ландшафты - это такие ландшафты, в которых живое вещество, т.е. микробы, бактерии, растения и т.д. поглощая и трансформируя солнечную энергию, обуславливают важнейшие черты миграции химических элементов в биологическом круговороте (бике). От того, как протекает биологический круговорот, сколько органического вещества образуется в ландшафте, каков его состав, с какой скоростью оно разлагается, зависит формирование природных ландшафтов, таких как тундровый, таежный, степной и т.д. Поэтому особенности биологических круговоротов лежат в основе классификации природных ландшафтов. По соотношению важнейших параметров бика - биомассы (Б) и ежегодной продукции (П) живого вещества выделяются пять групп ландшафтов: лесная, степная – луговая – саванновая, тундровая, пустынная и примитивно – пустынная. Группы разделяются на типы по величине соотношения ежегодной продукции живого вещества к биомассе, т.е. коэффициенту (К). По величине ежегодной продукции (П) в пределах типов ландшафта, происходит выделение се-мейств. Дальше при использовании этой классификации необходимо выделение между тип-ом и семейством самостоятельного таксона - отдела, который также связан с особенностями бика. Обоснованием для выделения отдела служат результаты физико – географических исследований о соотношении широтной зональности и секторности ландшафтов. Так, в субарктическом, бореальном, суббореальном и субтропическом поясе выделяются следующие кли-матические секторы: умеренно континентальный, континентальный, резко континентальный, приокеанический и океанический. При выделении отделов кроме континентальности климата учитывается и возраст ландшафтов, особенности их истории развития и существование ре-ликтов. В пределах отдела по величине (П) выделяются семейства ландшафтов, которым в географическом понятие соответствуют подзоны. Как правило, выделяются три семейства: северное (с наименьшей ежегодной продуктивностью), среднее и южное. Иногда в отдел входят четыре или два семейства. В южном полушарии соотношение обратное, т.е. северное семейство наиболее продуктивное, а южное - наименее продуктивны.

Следующий таксон - класс элементарного ландшафта, который выделяется по особенностям водной миграции химических элементов в почвенном горизонте. Классы расчленяются на роды в зависимости от рельефа. Выделяются три основных рода: первый род - плоские равнины с замедленным водообменом, слабым эрозионным расчленением или без него (приморские низменности, аллювиальные равнины и прочие области тектонических опусканий, вулканические и другие плато); второй род - это, где поверхностный и подземный сток более энергичен, плоские поверхности чередуются со склонами (эрозионные возвышенности, расчлененные плато и т.д.); третий род - это наиболее энергичный водообмен, где преобладают склоны, плоских участков почти нет (горный, сильно холмистый рельеф, бедленд). Разделение родов на виды чаще всего связано с горными породами или формациями. Так, в роде элювиальных северных сухих степей можно выделить виды на диабазах, лёссах и т.д.

ЛЕСНЫЕ ЛАНДШАФТЫ.

Эта группа включает в себя ландшафты влажных тропиков, ландшафты широколиственных лесов и таежные ландшафты.

. ЛАНДШАФТЫ ВЛАЖНЫХ ТРОПИКОВ.

Эти ландшафты расположены на всех материках, кроме Европы, но особенно широко они распространены в Южной Америке и Юго-Восточной Азии. Еще большие территории были заняты влажными тропическими лесами в прошедшие геологические эпохи, начиная с верхнего девона, за тем максимального своего распространения они достигли в конце триаса и нижней юре. Биологический круговорот влажных тропиков при обилии тепла и влаги определяет большую ежегодную продукцию живого вещества (П), которая в 2-3 раза больше, чем в широколиственных лесах и тайге, и которая достигает 300-500 ц/га за счет большой скорости роста растений. Здесь бамбук за сутки вырастает на 1 м, а лишайник в тундре за год - на 10 мм. По биомассе (Б) влажные тропики не очень сильно отличаются от других лесных ландшафтов, хотя и превосходят их по данному показателю. Для влажных тропиков характерно обилие древесной растительности, если во всей Европе произрастает около 250 видов деревьев, то на о. Ява - более 1500, в африканской гилее - 3000, в Амазонии - 4000. Видовое разнообразие заняло намного большую площадь в ландшафтах влажных тропиков, чем в лесах умеренного пояса. Колоссальное количество древесной растительности в тропическом лесу связано не только с благоприятными климатическими условиями, но и с историческими причинами, так как эти ландшафты приурочены к областям древней суши, где эволюция непрерывно продолжается многие миллионы лет, начиная с конца мезозоя.

В тропическом лесу растения максимально используют пространство, для поселения и усвоения элементов питания. Отсюда исключительная густота леса и многочисленные эпифиты, т.е. растения селящиеся на стволах и ветвях деревьев, которые используют влагу и минеральные вещества из осадков и пыли, кроме этого в тропических лесах повсеместно распространены орхидеи. Весьма специфичен и химический состав флоры, так как углеводов здесь накапливается больше, чем в умеренном поясе, а белков меньше. Огромная растительная масса выделяет много фитонцидов, с чем связано сильное благоухание ароматических запахов в тропических лесах. Растения автономных ландшафтов содержат мало минеральных веществ, где зольность прироста колеблется от 2,5 до 5%, но все же она больше, чем в тайге (1,6-2,5%).

Ежегодно во влажных тропиках отмирает большая масса растений, опад (О) достигает первых сотен ц/га, т.е. в несколько раз больше, чем в умеренном поясе (дубравы - 65 ц/га, средняя тайга - 50 ц/га). Разложение органических веществ тоже

протекает быстрее, и в ландшафте практически нет лесной подстилки. Поэтому опадо-подстилочный коэффициент (это отношения количества подстилки к ежегодному опаду) исключительно мал и составляет менее 0,1, а в заболоченной тайге и тундре более 50. По этой же причине гумуса накапливается не больше, чем в почвах умеренной полосы, получающих ежегодно значительно больше опада. В отличие от лесов умеренного пояса при разложении растительных остатков калий, кальций, кремний, быстро выносятся и в морфмасс относительно накапливается железо и марганец. По данным Н.И. Базилевича, важнейшие водные мигранты бика - кремний и кальций, которые он отнес к первой группе; калий, магний, алюминий, железо - ко второй; марганец и серу - к третьей. В листьях тропических деревьев среди водных миграций первое место часто принадлежит кремнию (у бамбуков до 90% SiO в золе), поэтому влажные тропические леса имеют кремниевый тип бика. Важной особенностью бика является вымывание дождевыми водами из листьев азота, фосфора, калия, кальция, магния, натрия, хлора, серы и других элементов. По М.А. Глазовской, с атмосферными осадками поступает 2-3 ц/га солей, что является в 7-10 раз меньше водных мигрантов, потребляемых растениями. Частые грозы обогащают атмосферные осадки азотной кислотой, которая служит дополнительным источником питания растений. Если в Ротамстеде (Англия) 1 л атмосферной воды содержит в среднем 0,42 мг HNO_2 , то в тропиках - 2-3 мг. При этом следует учитывать, что в тропиках выпадает большее количество осадков. Надземные части растений способны поглощать NH_3 и оксиды азота, поступающие в приземную атмосферу. Под пологом тропического леса, таким образом, создается почти замкнутый круговорот газообразных соединений азота.

Современные влажные тропики образуют особую кайнофитную ландшафтную формацию, возникшую в начале верхнего мела в связи с широким распространением покрытосеменных растений. Ранее были мезофитные влажные тропики с господством голосеменных растений (верхняя пермь - нижний мел), а им предшествовали палеофитные влажные тропики с папоротникообразными (верхний девон - нижняя пермь). Таким образом, из трех формаций влажных тропиков, две уже вымершие. Влажные тропики Южной Америки и Азии по составу и степени разнообразия флоры следует относить к разным семействам. Чрезвычайно резко выражены различия на уровне классов, среди которых преобладают кислые и кислые глеевые. Менее распространены кальциевые, переходные (кислые кальциевые), сернокислые, соленосно-сульфидные и другие классы.

КИСЛЫЕ ВЛАЖНЫЕ ТРОПИЧЕСКИЕ ЛАНДШАФТЫ. Такие ландшафты формируются на бескарбонатных породах, бедных кальцием. Разложение большой массы органических веществ обогащает почвенные растворы CO_2 и органическими кислотами, причем катионов для их нейтрализации не хватает. Поэтому растворы имеют кислую реакцию и энергично выщелачивают из горных пород подвижные соединения на большую глубину. В первую очередь выносятся кальций, натрий, магний и калий. Сравнительно быстро выщелачиваются SiO_2 силикатов, стронций, барий, многие редкие элементы (литий, свинец, цезий). При этом почва и кора выветривания обогащаются инертными элементами - железа, в форме гидроксидов, алюминия, входящих в состав гидроксидов или глинистых минералов, осадочным кварцем и некоторыми инертными редкими элементами - тантал и др. Богатство почв и коры выветривания гидроксидами железа придает им красную, оранжевую и желтую окраску. Минералогически это разные формы гидрогетита ($\text{HFeO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) и гидрогематита ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$). При выветривании резко возрастает также количество химически связанной воды, входящей в состав минералов. Минералогический состав почв и коры выветривания однообразен и в общем слабо зависит от типа пород. Для всей коры выветривания характерны

гидроксиды железа, глинистые минералы (каолинит, галлуазит и др.), для некоторых – гидроксиды алю-миния, кварциды. Глинистые минералы, гидроксиды железа и алюминия находятся в коло-идном или метоколлоидном состоянии. Несмотря на это, способность поглощать катионы у почв и кор выветривания невелика, т.к. каолинит обладает низкой емкостью поглощения.

Формирование выщелоченных тропических почв и кор выветривания происходит не только в результате физико-химических реакций разрушения силикатов и других минералов, но и за счет действия микроорганизмов.

Растения кислых влажных тропиков потребляют за год почти в 5 раз больше химических элементов чем их выносятся с ионным стоком. Следовательно значительная часть подвижных элементов постоянно «вращается» в бике, что и предохраняет их от выщелачивания, а организмы от абсолютного минерального голодания. В условиях интенсивного выщелачивания единственная форма защиты для многих химических элементов – это нахождение их в живом организме. Эта важная особенность кислых влажных тропических ландшафтов, резко отличает их от ландшафтов умеренного пояса.

Элювиальные почвы кислых влажных тропических ландшафтов М.А. Глазовская, отнесла к семейству фульвоферраллитов, включая в них фульватно-каолиновые, ферраллитовые, аллитные и феррисиаллитно-аллитные почвы. В почвоведении эти почвы получили название оксисолями, латосолями, хромосолями, латеритными, красноземными и др. По сравнению с корой выветривания почвы имеют более кислую реакцию, их рН может понижаться до 3-3,5 (в коре 5-8). В почвах много растворимых фульвокислот, с которыми мигрируют железо и алюминий, поэтому горизонт (А) обеднен этими металлами.

Минеральный состав грунтовых вод связанна с просачиванием больших масс атмосферных осадков через почву и кору выветривания, которые почти не содержат легко растворимых веществ. Содержание кальция, магния, натрия и калия чрезвычайно мало, воды ультрапресные (менее 100 мг/л) гидрокарбонатные или кремнеземные. Грунтовые воды часто относятся к глеевому классу, они обогащены железом и марганцем, которые мигрируют в форме бикарбонатов или органических комплексов. В местах выхода на поверхность их или при встрече с кислородными водами возникает осаждение гидроксидов железа в почвенном разрезе в виде бурых железняков, слоев железистых конкреций, песчаников с железистым цементом и т.д.

В нижних частях склонов, речных долин и озерных котловин, грунтовые воды залегают близко от поверхности, поэтому здесь формируются лесные болота с кислым оглеением и низким рН менее 4. Для заболоченных супераквальных ландшафтов характерны грунтово-водные подзолы с мощными белесыми (оглеенными) органо-железистыми горизонтами.

Механическая денудация во влажных тропиках интенсивна, особенно в холмистых и горных районах. По проведенным исследованиям С.С. Воскресенского, на склонах, вероятно, тропическая солифлюкция, многие авторы отмечают и энергичный внутрпочвенный боковой сток. Поэтому для континентальных отложений здесь характерен неосинтез глинистых минералов, образующихся в результате взаимодействия продуктов механической денудации гидроксидов железа и алюминия с растворенным кремнеземом, привнесенными почвенными и грунтовыми водами. Аллитные и ферраллитные элювиальные почвы коры выветривания часто сопрягаются с каолиновыми континентальными отложениями – продуктами переотложения и дифференциации вещества почв и коры выветривания. Меньшую роль играет аутигенное осадкообразование в водоемах. Все эти отложения относятся к кислому или кислому глеевому классу, среди них преобладают каолиновые глины, кварцевые пески, бокситы, ожелезненные породы. Реки и

озера влажных тропиков характеризуются слабо минерализованными водами, в которых среди растворенных минеральных веществ видное место занимает кремнекислота (воды часто относятся к гидрокарбонатно-кремнеземному классу). Илы озер содержат местами сидерит, хлориты, в них, как и в супераквальных ландшафтах, преобладает глеевая обстановка.

Особенности кислых влажных тропиков накладывают резкий отпечаток на флору, фауну, сельское хозяйство и т.д. В течение длительной эволюции растения приспособились к низкому содержанию катионов в окружающей среде, в частности кальция, они стали «кальциефилами» и довольствуются ничтожным количеством этого элемента, избегая почвы богатые известью.

Большинство культурных растений влажных тропиков испытывают дефицит таких химических элементов как: фосфор, азот, калий, кальций, магний, бор, сера, марганец, цинк, железо, йод, бром.

Организмы надводных и подводных территорий особенно обильно снабжаются растворимой кремнекислотой, вынесенной из элювия водоразделов. Поэтому в узлах полых стволов бамбука содержится опал ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), в озерах пышно развиваются диатомовые водоросли с кремнеземным скелетом. Особенно следует отметить поглощение растительностью алюминия, содержание которого в золе многих растений превышает 10%. Алюминий постоянно поступает в верхние горизонты почвы за счет разложения растительного опада. Сравнительно высокая миграционная способность алюминия и, в частности, его значительное поглощение растительностью - является особенностью кислых тропических ландшафтов.

Хотя растения влажных тропиков и содержат много железа, этот элемент плохо усваивается человеческим организмом из растительной пищи. Поэтому широко распространено малокровие среди населения, вызванное недостатком железа в пище. Недостаток кальция сказывается на росте животных. Например, окапи в экваториальной Африке имеет рост 1,5-2 м, а родственные ему жирафы саванн, где много кальция, около 6 м. Гиппопотам из тропических лесов имеет 1,5 м в длину, а гиппопотам саванн - 4 м. Малые размеры характерны и для шимпанзе, кур, собак и других домашних животных из кислых экваториальных лесов. Таким образом, животные в кислых ландшафтах приспособляются к дефициту элементов - уменьшением размеров. Содержание натрия в водах и продуктах питания местами настолько мало, что население испытывает в нем острый недостаток. В тропиках человек выделяет до 12 л пота в день, что приводит к падению содержания натрия в крови и вызывает истощение нервной системы, а следовательно и снижение трудоспособности, которая проявляется в быстрой утомляемости при физической работе. Особенно бедны натрием ландшафты, удаленные от моря, в них высоко ценится поваренная соль (например, у пигмеев Экваториальной Африки).

Роль горных пород в формировании ландшафтов во влажных тропиках в общем меньше, чем в умеренных зонах, где на гранитах, базальтах, песчаниках и даже на известняках образуется сильноокислый глинистый элювий красного цвета содержащий очень мало катионов. По составу пород можно выделить еще несколько видов ландшафтов.

ЛЕКЦИЯ VIII. ЛАНДШАФТЫ НА УЛЬТРАОСНОВНЫХ ПОРОДАХ.

Особый вид характерен для ландшафтов на ультраосновных породах, обогащенных железом, магнием, никелем, хромом, кобальтом (перидотиты, змеевик и т.д.). Кора выветривания здесь особенно богата железом, что позволяет её эксплуатировать в качестве железной руды, которая нередко содержит также хром и кобальт (Куба, Гвинея, Филиппины). Никель часто входит в состав гидроксидов железа, однако основная масса этого металла выносится из верхних горизонтов коры вместе с SiO_2 и накапливается в нижних слоях в форме различных силикатов. Так образуются силикатные руды никеля, имеющие большое промышленное значение (на о. Новая

Каледония, Кубе и Южном Урале, где они связаны с древними процессами выветривания). Вблизи массивов ультраосновных пород никель концентрируется и в озерных осадках. В связи с бедностью пород питательными для растений веществами ландшафты на ультраосновных породах малопродуктивны.

На сиенитах образуется другой вид ландшафта, в котором накапливается алюминий в виде гидроксидов (элювиальные боксиды – богатые алюминиевые руды Гвинеи, Гайаны).

Так как щелочные породы нередко содержат повышенные количества редких земель, обладающих низким коэффициентом водной миграции, то при выветривании этих пород происходит накопление в коре выветривания церий, лантан и других элементов их группы.

Очень своеобразны ландшафты на кварцевых песках – паданги. Почвы здесь особенно бедны питательными веществами, растительный покров флористически беден, бик протекает менее интенсивно, биомасса понижена, почва сильно оглеена и оподзолена (тропические глеевые подзолы). Это ландшафты резкого минерального голодания. Паданги известны на о-вах Калимантан, Суматра, п-ове Малакка, в Таиланде, где для них характерны хвойные деревья или заросли кустарников. Некоторые паданги напоминают верещатники Европы. Они имеют сходство с полесскими ландшафтами таежного типа.

ГЛАВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КИСЛЫХ ВЛАЖНЫХ ТРОПИЧЕСКИХ ЛАНДШАФТОВ.

В первую очередь это огромная ежегодная продукция растительности (П), что определяет максимальную самоорганизацию, саморегулирование и устойчивость. Этому способствует большая биомасса (Б) и видовое разнообразие. Изобилие тепла, влаги, света создает предпосылки огромной продуктивности растениеводства и животноводства во влажных тропиках. Вместе с тем интенсивный бик обуславливает кислое выщелачивание почв, их исключительную бедность элементами минерального питания. Минеральное голодание характерно как для растений так и для животных. Поэтому химизация сельского хозяйства во влажных тропиках не менее актуальна, чем в умеренном поясе. Земледелие нуждается в применении азотных, фосфорных, калийных удобрений, местами магниевых, кальциевых и микроудобрений. Огромное значение имеет также совместное внесение минеральных и органических удобрений. Хотя самоорганизация и саморегулирование в ландшафтах характеризуется высоким уровнем, все же хозяйственная деятельность приводит ко многим нежелательным последствиям и, в частности, к эрозии почв, лишаящей их верхнего плодородного горизонта.

ЛАНДШАФТЫ ВЛАЖНЫХ ТРОПИКОВ КИСЛОГО ГЛЕЕВОГО КЛАССА – ЛЕСНЫЕ КИСЛЫЕ БОЛОТА. Ландшафты лесных болот занимают большие пространства на аккумулятивных равнинах Амазонии, бассейна Конго, п-ова Малакка, о-ва Калимантан, Суматра, Новая Гвинея. В Амазонии подобные болотные ландшафты называют «игапо», на п-ове Малакка – «лапак».

ЛАПАКИ – это ландшафты со значительно меньшим разнообразием растительности и с меньшей биологической продуктивностью, по сравнению с ландшафтами кислых влажных тропиков. Для них характерен резкий недостаток кислорода в почве, накопление черных гумусовых веществ и сильно кислая реакция вод. Под гумусовым горизонтом, мощность которого не превышает 1 м, интенсивно протекает оглеение. Местами развиваются тропические торфяники мощностью в несколько метров (например, на восточном побережье Суматры). «Черные тропические реки», связанные с такими болотами, содержат особенно много органических веществ.

ЛАНДШАФТЫ ВЛАЖНЫХ ТРОПИКОВ СЕРНОКИСЛОГО КЛАССА.

Существуют два основных положения формирования данного класса ландшафтов: - рудные поля сульфидных месторождений, где ландшафт обогащен свинцом, цинком, серебром, медью, мышьяком, сурьмой, ртутью и другими халькофильными элементами;

.- участки

распространения сильно пиритизированных глин и сланцев.

Наряду с окислением сульфидных руд происходит их частичный размыв поверхностными водами. Делювий, аллювий и другие континентальные отложения обогащаются металлами, которые легко адсорбируются глинистыми частицами. Вода из источников в таких ландшафтах имеет аномально кислую реакцию, содержит повышенное количество тяжелых металлов и SO_4^{2-} . Вода ручьев и небольших речек также обогащается такими компонентами. Растительный покров сернокислых ландшафтов своеобразен, потому что растения обычно содержат повышенное количество металлов. Ландшафты этого класса встречаются во многих районах влажных тропиков, но они не занимают больших территорий. В условиях жаркого и влажного климата окисление сульфидов протекает быстро и на большую глубину, образуя мощные (более 100 м местами), глубоко выщелоченные зоны окисления, часто почти лишённые металлов.

ОСОБЕННОСТИ ЛАНДШАФТА ВЛАЖНЫХ ТРОПИКОВ СЕРНОКИСЛОГО КЛАССА сильно зависят от стадии его развития. Для первого этапа, когда окисление сульфидов только начинается, характерно широкое развитие сернокислой среды, резкое обогащение почв и вод тяжелыми металлами. По мере развития окисления и выщелачивания кислотность вод понижается, содержание в них металлов падает, ландшафт переходит в кислый класс. Сернокислые ландшафты резко отличаются от других ландшафтов влажных тропиков. Вероятно, они были влажными центрами видообразования.

В России сильно выщелоченные зоны окисления встречаются на Алтае, Урале и в других рудных районах. Они формировались в прошлые геологические эпохи, отличавшиеся влажным жарким климатом.

МАРГАЛИТНЫЕ ЛАНДШАФТЫ - ЭТО ЛАНДШАФТЫ ВЛАЖНЫХ ТРОПИКОВ КАЛЬЦИЕВОГО И ПЕРЕХОДНОГО (кислые кальциевые) КЛАССОВ.

В районах распространения мергелей, известковистых песчаников, мергелистых известняков, вулканических туфов и других легко выветривающихся осадочных пород с подвижным кальцием формируются своеобразные маргалитные ландшафты. Если скорость выветривания соизмерима со скоростью выщелачивания, кислые органические вещества почв нейтрализуются, и хотя почвы и кора сильно выветрены, реакция их нейтральная. Они содержат монт-мориллонит, который в отличие от каолинита обладает большой емкостью поглощения. Поглощающий комплекс насыщен кальцием и магнем, почвы окрашены в темный иногда в черный цвет. Биологическая продуктивность маргалитных ландшафтов высокая, особенно у подчиненных ландшафтов. Сходные ландшафты формируются и в дельтах некоторых рек, а также в районах современного вулканизма, где почвы при очередном извержении вулканов обогащаются подвижными элементами за счет вулканических пеплов. Это районы с большим плодородием почв, развитым сельским хозяйством, высокой плотностью населения (дельта Меконга, вулканические ландшафты о. Явы и т.д.). Именно маргалитные и близкие к ним ландшафты сыграли большую роль в истории цивилизации влажных тропиков, сформированных на территории древних государств.

МАНГРЫ – ЛАНДШАФТЫ ВЛАЖНЫХ ТРОПИКОВ СОЛЕНОСНО – СУЛЬФИДНОГО КЛАССА.

Приморские солоновато-водные лесные болота - мангры, распространены в дельтах рек, прибрежных лагунах, вдоль низменных побережий Южной Америки, Африки, Индостана, Индокитая, Индонезии. Мангры затопляются или подтапливаются морской водой. Разложение растительных остатков происходит здесь в среде, быстро теряющей свободный кислород. В результате развивается десульфуризация (за счет сульфатов морской воды), в илах появляется H_2S , избыток которого насыщает воду и выделяется в атмосферу. Содержание трех валентного железа в красноземных илах, принесенными водами рек

в виде мути во взвешенном состоянии, восстанавливается до двух валентного железа, которое реагируя с H_2S , образует марказит (FeS_2). Поэтому илистая почва мангров имеет черную окраску не только за счет гумуса, но и за счет сульфидов железа. Дефицит кислорода - основная причина низкой биологической продуктивности мангров. Биомасса здесь составляет около 1300 ц/га, а продуктивность 100 ц/га. Число растительных видов намного меньше, чем в гилее высота деревьев часто ниже 10 м, но можно встретить деревья и до 30 м. Самоорганизация и саморегулирование также ниже, чем во влажных тропиках других классов.

Воды суши, питающие мангры, богаты SiO_2 , в илах и почвах накапливается опал и халцедон. Это определяет массовое развитие диатомовых водораслей. В золе деревьев много кремнезема (корни и стволы часто окремнены). При взаимодействии морских вод, богатых натрием, с кремнеземом образуется Na_2SiO_3 , который накапливается в илах и почвах. На повышенных участках формируются особые кремне-натриевые солончаки. Эти ландшафты, богатые катионами металлов, поступающие из морской воды, во многом противоположны другим ландшафтам влажных тропиков. В зоне приливов восстановительная среда в почвах при отливе сменяется на окислительную. В результате сульфиды периодически окисляются, образуется серная кислота, квасцы, $\text{pH} < 2$. Так возникают мангры сернокисло-соленосно-сульфидного класса.

ЛАНДШАФТЫ ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ.

Этот тип ландшафтов широко распространен в умеренном поясе Евразии. В неогене зона широколиственных лесов простиралась от Атлантического до Тихого океана. Четвертичное похолодание привело к исчезновению этой зоны широколиственных лесов на территории Сибири. Биомасса в широколиственных лесах немного меньше, чем во влажных тропиках (3000-5000 ц/га), но ежегодная продукция в несколько раз меньше. Все это определяет более низкий уровень самоорганизации, саморегулирования и устойчивости ландшафтов по сравнению с влажными тропиками. Широколиственные деревья сравнительно богаты зольными элементами, особенно листья. В золе много кальция до 20%, меньше калия и кремния, еще меньше магния, алюминия, фосфора и меньше всего железа, марганца, натрия, хлора. Это предопределяет возможность биогенной аккумуляции в почвах серы, фосфора, кальция, калия, магния, марганца, а также многих редких элементов. Все же выщелачивание преобладает, и поэтому автономный ландшафт с вертикальным и боковым стоком теряет подвижные элементы. Высокое содержание в растениях кальция и его энергичное биологическое поглощение определяет кальциевый бик. Кальций - один из типоморфных элементов широколиственных лесов. Менее велико значение водорода. Ежегодный растительный опад в несколько раз меньше, чем во влажных тропиках, и темп его разложения меньше из-за более низкой температуры зимнего периода. Скорость разложения меньше скорости накопления опада, поэтому для зональных бурых-лесных и серых-лесных почв характерна лесная подстилка (100-150 ц/га, а местами до 500 ц/га). Много накапливается гумуса (до 10% и более в горизонте А). Кальций и другие катионогенные элементы, образуются при разложении растительных остатков, нейтрализуют большую часть органических кислот, в связи с чем реакция гумусового горизонта почв слабокислая или даже нейтральная, хотя встречаются и кислые среды с $\text{pH} = 4 - 5$. В поглощающем комплексе часто преобладает кальций. Тип широколиственных лесов включает в себя ряд отделов, своеобразие которых определяется климатом (степенью континентальности и др.), историей развития, возрастом, реликтами и т.д. Ниже рассматриваются четыре ландшафтных отдела - это дальневосточный муссонный, кавказский, восточноевропейский, среднеазиатский. Ярко выражены два осановных класса - бескарбонатный и кальциевый.

В ЛАНДШАФТАХ БЕСКАРБОНАТНОГО КЛАССА верхние горизонты бурых и серых лесных почв выщелочены от карбонатов. В теплое и влажное лето в почве и залегающей под ней коре выветривания энергично протекает разложение первичных силикатов с образованием гидро- слюды, монтмориллонита и других глинистых минералов, накапливаются бурые гидроксиды железа. В результате почва, кора выветривания, склоновые и другие континентальные отложения приобретают бурый цвет и тяжелосуглинистый состав. Кора выветривания здесь менее мощная и менее выщелоченная, чем во влажных тропиках. Здесь не образуются гидро-ксиды алюминия, также столь энергичен вынос кальция, магния, и других катионов. В слабой степени из почвы выносятся кремнезем. Формирование химического состава грунто-вых и поверхностных вод в основном зависит от разложения органических веществ. Поверхностные и грунтовые воды слабо минерализованы (менее 0,5 г/л), гидрокарбонатно-кальциевые.

ЛЕКЦИЯ IX. В ЛАНДШАФТАХ КАЛЬЦИЕВОГО КЛАССА кора выветривания и континентальные отложения содержат CaCO_3 , в формировании химического состава вод важная роль принадлежит его растворению (помимо бика). Воды здесь также гидрокарбонатно-кальциевые, но более минерализованные, часто жесткие. Влажный климат благоприятствует энергичному стоку. С наземным стоком выносятся около 2,5-3,5 ц/га солей, несколько меньше, чем потребляется растительностью за год (3,5-5,0 ц/га). Ежегодно в ландшафт с атмосферными осадками поступает около 0,9-1,05 ц/га солей, которые включаются в бик. С ионным стоком ежегодно выносятся значительно больше солей, чем поступает с атмосферными осадками. Следовательно, главным источником солей в водах служит бик и выветривание (до 80%).

Хорошие климатические условия, плодородие почвы определили важную роль ландшафтов первого и второго рода в сельском хозяйстве. Во многих районах леса вырублены и почвы распаханы. Однако естественный состав микроэлементов ландшафта не обеспечивает необходимого уровня развития сельского хозяйства. Итак, главная особенность ландшафтов широколиственных лесов состоит в ежегодном продуцировании 80-150 ц/га живого вещества и средней скорости его разложения. При разложении органических веществ кислотные продукты распада частично нейтрализуются катионами, реакция почв кислая, слабокислая или близка к нейтральной, кислое выщелачивание выражено слабо, в почве накапливаются био-генным путем многие элементы. В отличие от влажных тропиков бик улучшает условия существования организмов. Мощная биогенная аккумуляция является эффективным механизмом, стабилизирующей состав почв и повышающий их плодородие. В широколиственных лесах водные связи сильнее биокосной связи, т.е. выщелачивание преобладает.

ЛАНДШАФТ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО МУССОННОГО ОТДЕЛА. К нему относятся широколиственные леса нижнего пояса гор и предгорий Приморья и Среднего Приамурья. Летние муссонные ливни создают здесь обстановку, чрезвычайно благоприятную для бика. Зимой условия близки к Сибирским (сухие морозы), однако своеобразие ландшафта в основном определяется особенностями летнего периода. Флора Дальнего Востока содержит много-численные реликты теплых влажных палеогеновых и неогеновых лесов (бархатное дерево, пробковый дуб, женьшень др.). Весьма возможно, что и в современных условиях они сохранили особенности биологического круговорота, свойственные влажным субтропикам. К реликтам относятся и остатки палеогеновых и неогеновых каолиновых кор выветривания. Климатические условия летнего периода, реликты в растительном покрове и продукты выветривания сближают данные ландшафты с влажными субтропиками. Возможно, что Дальневосточный муссонный отдел образует тип переходных ландшафтов к влажным суб-тропикам (т.к. на крайнем юге Приморья

наблюдается переход к желтоподзолистым почвам, свойственным влажным субтропикам). Для Дальневосточного муссонного отдела наиболее характерны ландшафты переходного класса (от кислого к кальциевому) на силикатных и карбонатных породах, но встречаются и кальциевые ландшафты.

В наиболее распространенных горных и холмистых ландшафтах третьего рода, а также в автономных и подчиненных элементарных ландшафтах преобладает окислительная среда. В Приамурье почвенно-грунтовые воды, суперкальциевых ландшафтов, относятся к силикатно-гидрокарбонатному классу и содержат до 10-15 мг/л SiO_2 .

Видами бескарбонатных и кальциевых классов наиболее богаты ландшафты третьего рода расположенных на гранитоидах, базальтах, кристаллических сланцах и гнейсах кислых и средних эффузивных горных породах). На плоских равнинах формируется переходный глеевый класс ландшафтов. Он характерен, например, для речных террас, где глинистость почв благоприятствует застаиванию вод и развитию поверхностного оглеения не связанного с не связанного с грунтовыми водами. Здесь развиты бурые лесные глеевые почвы, а местами и сильно оглеенные лесные подбелы, внешне похожие подзолы. В ландшафтах широко-лиственных лесов на восточном склоне Сихотэ-Алиня вблизи Японского моря атмосферные осадки имеют кислую реакцию (рН 4 – 4,7) и хлоридно-натриевый состав. Проходя через растительный ярус и попадая затем в бурую лесную почву, они под влиянием продуктов бика трансформируются в гидрокарбонатно-кальциевые воды с рН 5,2-6,7. Минеральные формы металлов переходят в более растворимые органоминеральные формы. Вода местного стока – нейтральная (рН 6,5- 7,1), того же ионного состава. В лизиметрических почвенных водах тяжелые металлы входят в состав взвеси и коллоидов, для цинка, кадмия и марганца характерны водные растворимые формы. Выветривание протекает по ферси-аллитному типу, в почвах просходит оглинение горизонта (В). Вынос микроэлементов в несколько раз меньше, чем поступление из атмосферы, т.к. для ландшафтов характерны механические, сорбционные и биогеохимические барьеры, которые задержат металлы в почвах.

ЛАНДШАФТЫ КАВКАЗСКОГО ОТДЕЛА. Эти ландшафты распространены в условиях умеренного климата со значительным увлажнением в течение всего года. Характерны буковые частично дубовые леса. Активные неотектонические поднятия этих районов определили развитие горного рельефа, сильной эрозии, множество гидросооружений и геологическую молодость ландшафтов третьего рода. На силикатных породах формируются ландшафты переходного (кислого кальциевого) класса, а на карбонатных - кальциевого класса. Как и на Дальнем Востоке, сильное выветривание приводит к оглинению почвенного профиля, относительному накоплению железа и алюминия. Среди глинистых минералов преобладают нонтронит, гидрослюда, а также встречается и каолинит. На известняках, мергелях и других карбонатных породах формируются ландшафты кальциевого класса, которые особенно характерны для Западного Кавказа. Бик здесь протекает в условиях слабощелочной и нейтральной среды, почвы имеют черную окраску, гумус в них неподвижен. Эти перегнойно-карбонатные почвы ближе относятся к бурым лесным почвам Кавказа, чем к перегнойно-карбонатным почвам тайги. Под почвами залегает обломочная карбонатная кора выветривания. Вода, как и в бескарбонатных ландшафтах, гидрокарбонатно-кальциевая, но более минерализована. В районах, сложенных известняками, развивается карст.

ЛАНДШАФТЫ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОГО ОТДЕЛА. В северной половине лесостепной зоны ландшафты этого отдела образуют сплошную полосу от Карпат до Урала. Для них характерны дубовые и буковые (на западе) леса с примесью липы, клена и других лиственных пород. Геоботаники выделяют здесь самостоятельную зону широколиственных лесов. По сравнению с кавказскими,

восточно-европейские ландшафты характеризуются более сухим климатом. Количество атмосферных осадков здесь почти равно испаряемости или незначительно превышает её. Биомасса в дубовых и буковых лесах примерно одинакова, но ежегодная продукция и опад в дубняках меньше, т.е. бик менее интенсивен. В восточноевропейском отделе доминируют ландшафты переходного класса, реже встречаются кальциевые ландшафты (например, в Жигулях, где они сформировались на известняках). Наиболее характерны ландшафты второго рода (на возвышенностях) и первого рода (на низменностях), реже встречается третий род (на наиболее овражистых участках, близких к бедленду, а также в Жигулях). Число видов невелико, преобладают ландшафты на лёссах, лёссовидных суглинках в Поволжье и в Приуралье на пермских красноцветных отложениях. На Русской равнине перед началом оледенения широколиственные леса распространялись шире, чем в современную эпоху, так как оледенение сместило зоны. В начале плейстоцена хвойная тайга доходила до современных степей. В период максимального оледенения Днеп-ровская и Окско - Донская низменности, частично занятые ныне ландшафтами восточноевропейского отдела, были покрыты ледником. На Среднерусской возвышенности в это время была холодная сосново-березово-лиственничная лесостепь, похожая на современную лесостепь Средней Сибири. В послеледниковое время широколиственные леса вытеснили лиственницу, оттеснили сосну и березу. Ландшафты восточноевропейского отдела гетерохронны, так как на возвышенностях расположились ландшафты второго рода, формирование которых началось намного раньше, чем ландшафтов первого рода, лежащих на низменностях и переживших оледенение. За четвертичный период Среднерусская и другие возвышенности поднялись на 100 м и более, в связи с чем многие супераквальные ландшафты оторвались от грунтовых вод и стали элювиальными. Ландшафтные реликты супераквальной стадии в виде оглеенных и ожелезненных горизонтов встречаются здесь на плоских водоразделах на глубине нескольких метров. Автономные ландшафты, как правило, формируются на лёссовидных суглинках и глинах. На более расчлененной Приволжской возвышенности строение ландшафтов в большей степени определяется литолого-геоморфологическими особенностями. В зависимости от состава почвообразующих пород выделяются два класса ландшафтов. Переходный класс формируется на силикатных породах, где под широколиственными лесами, расположенными на серых лесных почвах, подстилаемых суглинками и дерновыми лесными почвами, расположенных на песках и элювии песчаников. В ландшафтах этого класса низкий фон легких по механическому составу пород и почв определяют обедненность золы растений микроэлементами. На элювиальных равнинах Заволжья содержание большинства микроэлементов еще ниже, что указывает на определенную роль пород и почв в биохимической специализации растений. Мелколиственные породы, растущие на более кислых почвах, по сравнению с широколиственными обогащены цинком и барием (1,5-2,0 раза) и, наоборот, во столько же раз беднее молибденом, подвижным в нейтральных почвах под пологом широколиственного леса. В сосне обыкновенной, особенно в коре и ветвях накапливается свинец, обычно слабо поглощаемый растениями. Это объясняется относительно высоким региональным фоном свинца в почвах и отражает хорошие индикационные свойства хвойных пород на изменение его содержания в питательной среде. Своеобразны ландшафты Жигулевских гор, относящихся к третьему роду, сложенных палеозойскими известняками, мергелями, доломитами. Здесь под широколиственно – сосновыми остепненными лёссами развиты дерново – карбонатные почвы и выщелоченные черноземы (кальциевого класса). В дерново - карбонатных почвах преобладает биогенно – аккумулятивный тип распределения большинства элементов. В гумусовых горизонтах накапливаются некоторые аниогенные элементы, подвижные в

щелочной среде (хром, ванадий, медь, молибден), интенсивность биогенной аккумуляции марганца снижается. Основные различия отмечаются для валовых форм элементов, дифференциация подвижных форм (водорастворимых, обменных, органо-минеральных, сорбированных) сходна с почвами на силикатных породах, и в их распределении заметно влияние элювиально – иллювиальных процессов. Слабощелочная реакция почв определяет низкую латеральную подвижность большинства микроэлементов. В районах распространения лессовидных суглинков и других пород, богатых CaCO_3 , су-пераквальные болотные и луговые ландшафты богаты кальцием, вынесенным из автономного ландшафта, луговые темноцветные почвы имеют нейтральную реакцию, в них часто развито карбонатное оглеение, местами накапливаются вивианит и другие фосфаты. Нейтральная глеевая среда подчиненных ландшафтов мало благоприятна для миграции же-леза, но марганец мигрирует, образуя самостоятельные коллоидные минералы - вады и псиломеланы. Однако и железо обнаруживает некоторую подвижность, образуя конкреции гидрогетита.

Иная структура характерна для ландшафтов долин рек, сложенных аллювиальными песками. На древних и современных террасах здесь развиты сосновые и широколиственные леса кис-лого, кисло глеевого и переходного глеевого классов. Их ландшафтные особенности выражаются легким гранулометрическим составом почв и пород, двучленностью аллювия (сверху пески, ниже суглинки), влиянием окислительно-восстановительных процессов, интенсивны био-логическим круговоротом, низким содержанием многих микроэлементов. Так, в Воронежском биосферном заповеднике (долины рек Усмань и Ивница) сильная радиальная дифференциация автономных дерновых лесных почв на перевеянных аллювиальных песках связана с биогенным накоплением многих микроэлементов в гумусовом и дерновом горизонтах. Со-держание подвижных форм элементов низкое и слабо увеличивается в гумусовых горизонтах. В транзитных ландшафтах с серыми лесными глеевыми почвами и близким уровнем грунтовых вод на радиальную дифференциацию валовых и подвижных форм оказывают влияние элювиально-глеевые процессы, ведущие к выносу марганца, ванадия, хрома, никеля и свинца из элювиальных горизонтов. В супераквальных ольшаниках с перегнойно-глеевыми почвами микроэлементы концентрируются в заиленных нижних почвенных горизонтах.

ЛАНДШАФТЫ СРЕДНЕАЗИАТСКОГО ОТДЕЛА. Для этого отдела характерны два семейства - горные широколиственные и лесные пойменные леса. Горные широколиственные леса из грецкого ореха, клена, яблони, с алычой, бересклетом, миндалем и другими кустарниками в подлеске распространены в Западном Тянь-Шане и Памиро-Алае. В ореховых лесах Тянь-Шаня климат сравнительно влажный, годовая сумма осадков местами превышает 1000 мм, но летом бывают засухи. Растительность находится в мезофильных условиях. В тенистом ореховом лесу создается особый микроклимат, влажность почвы и воздуха выше, чем на открытых участках. В бике большую роль играет Са, который полностью нейтрализует органические кислоты, ландшафты относятся к кальциевому классу. Кальций насыщает поглощающий комплекс и определяет слабощелочную реакцию черно-коричневых почв, богатых гумусом (до 10 – 20% в горизонте А). CaCO_3 обычно выщелочен на глубину более 1 м, т.е. он сохраняется в коре выветривания. Сильно расчлененный горный рельеф (третьего рода) обеспечивает энергичный водообмен, преобладание окислительной среды и в подчиненных ландшафтах. Ландшафты среднеазиатского отдела имеют низкую контрастность, т.к. автономные и подчиненные члены относятся к кальциевому классу. Пестрый литологический

состав по-род определяет большое число видов. Горные лиственные леса Средней Азии считают де-риватом умеренно-субтропической лесной флоры конца палеогена (тургайская флора), пере-терпевшая здесь аридизацию в четвертичном периоде. Эти уникаль-ные ландшафты особен-но пригодны для создания национальных парков, курортов, зон туризма.

Тугаи - лесные ландшафты в поймах и дельтах рек Средней Азии, пересекающих пустынную зону. Из древесных растений наиболее характерны тополь разнолистый (*Populus diversifolia*) и тополь сизолистый или туранга (*Populus primula*), часто встречаются также различные виды джиды (лоха). Среди кустарников на-иболее распространены гребенщики (тамариски) и ивы. Более разнообразны травы, среди которых некоторые злаки достигают гигантских размеров (до 6 – 8 м). Тугайная раститель-ность хорошо обеспечена водой, почвы плодородны и постоянно обновляются во время па-водков за счет отложения ила. Для растительности тугаев характерна гелиофильность (свето-любие) и галофильность (солевыносливость). Тугаи были широко распространены в долинах Амударьи, Сырдарьи, Мургаба, Теджена и других среднеазиатских рек, но, к сожалению, площадь их сильно сокращается в результате хозяй-ственной деятельности. В долинах рек Амударьи и Сырдарьи тугаи сохранились лишь в дельтах и заповедниках (Тигровая балка, Кызылкумский, Арал - Пайгамбар). Микроэлементы тугаев зависят от природных антропоген-ных факторов, которые определяются их подчинен-ным положением в каскадных системах речных бассейнов. Среди природных факторов важ-ная роль принадлежит специализации аллювия и соотношению испарительной концентрации элементов с сезонными и годовыми циклами промыва пойменных отложений почв павод-ковыми водами. В заповеднике Тигровая балка в низовьях р. Вахш М.Ю. Лычагин установил преимущественную миграцию аниогенных элементов и комплексообразователей. Для рту-ти, иттербия, молибдена высокое содержание обусловлено их накоплением в рыхлых мезо-зойских отложениях в области сноса и дальнейшей селективной механической и водной ми-грацией во взвешенной и растворенной формах в пределах каскадной системы р. Вахш. Для урана, селена, брома, бора накопление в почвах и донных отложениях вызвано в значи-тельной степени их подвижностью в щелочной среде пустынных ландшафтов, в которой ми-грируют не только легкоподвижные, но и многие редкоземельные элементы.

На испарительную аккумуляцию элементов в тугаях долины р. Вахш в последние десятиле-тия все больше влияют антропогенные факторы - зарегулированность стока р. Вахш и слабый естественный промыв высокой поймы пресными паводковыми водами. Сильно негативное влияние на тугаи заповедника Тигровая балка, расположенного в густозаселенной долине, оказывают поступающие с окружающих полей сбросовые коллекторные воды, содержащие хлорорганические пестициды и связанные с ними мышьяк, селен, молибден. В результате на природную аномальность тугаев, как приемников естественных миграционных потоков, накладывается сельскохозяйственное загрязнение.

ЛЕКЦИЯ X. ТАЁЖНЫЕ ЛАНДШАФТЫ.

Этот наиболее распространенный тип ландшафтов образует единую таёжную зону от за-падных до восточных границ в России и в Канаде. Биомасса в тайге не намного уступает влажным тропикам и широколиственным лесам европейской России. В южной тайге (Б) пре-вышает 3000 ц/га и только в северной понижается до 500 – 1000 ц/га. Более половины био-массы представлено древесиной, состоящей из клетчатки (около 50%), лигнина (20 – 30%), гемицеллюлоза (более 10%), в меньшей степени из смол, дубильных веществ и других ор-ганических соединений. Специфичны фитонциды, создающие аромат хвойного леса. Число видов высших растений приблизительно вдвое меньше, чем в широколиственных лесах (около

1000 для крупных флористических районов). Зеленая часть обычно не менее 3% от биомассы. По этому показателю тайга ближе к влажным тропикам (8%), чем к широколиственно-венным лесам (1%). Ежегодная продукция (П) в южной тайге почти такая же, как в широколиственных лесах (85 ц/га против 90 ц/га в дубравах), в северной тайге - вдвое меньше (40 ц/га против 60 ц/га). Растительный опад в южной тайге меньше, чем в дубравах (55 ц/га против 65 ц/га), ещё меньше он в северной тайге - 35 ц/га. Для тайги характерна низкая зольность прироста, которая в северной тайге ниже 1,5%, в средней тайге - 1,6% и южной тайге - 2,5%, а в широколиственных лесах изменяется от 2,6% до 3,5%. Таким образом, хвойные деревья беднее золой, чем лиственные. Особенно важны различия зольности хвои и листьев, так как хвоя играет ведущую роль в опаде деревьев (более 50%). Зольность хвои составляет 2 - 3,5%, а листьев широколиственных пород - 5 - 8%. Ещё важнее различия в качественном составе золы, например, в хвое главную роль играет SiO_2 , и меньшую кальций. Клеточный сок хвои: ели, сосны и лиственницы содержит свободные органические кислоты, где его рН = 4,5 - 6,5, а рН таёжных трав также бывает нередко кислый (кислица и др.). Следовательно, уже в растениях создается характерная особенность таёжного ландшафта - кислая среда. С опадом в тайгу ежегодно возвращается значительно меньше водных мигрантов, чем в широколиственные леса. Если в дубравах этот показатель близок к 200 ц/га, в бучинах - 270 ц/га, то в ельниках южной тайги - 85 ц/га, в северной тайге - 52 кг/га. Для тайги характерен азотный тип бика, в то время как в широколиственных лесах - кальциевый. В холодной тайге разложение органических веществ протекает медленнее, чем в широколиственных лесах, микроорганизмы работают не столь энергично, время их деятельности в году короче, некоторые группы бактерий отсутствуют. Масса подстилки более чем в 10 раз превышает опад зеленой части. Этим тайга резко отличается от других типов лесных ландшафтов: влажные тропики (6 - 25 ц/га), широколиственные леса (126 - 250 ц/га) и тайга (251-1000 ц/га и более). В растительном опаде елового леса эквиваленты кислотных органических соединений в десятки раз превышают эквиваленты катионов золы и азота, дающих основание. Низкое содержание сильных оснований (кальция, магния, натрия, калия) в золе при отсутствии их подвижных форм в горных породах обуславливает кислый характер почвенных растворов. Часть органических кислот существует в свободной форме, обеспечивая кислую реакцию лесной подстилки и верхних горизонтов почвы (рН = 3,5 - 4,5).

В.В. Пономарева выделила три направления в разложении растительных остатков:

- образование CO_2 и других полностью окисленных соединений;
- собственно гумификация;
- образование водорастворимых органических соединений.

В тайге минерализация и гумификация ослаблены (в отличие от степей), энергично идет образование фульвокислот. Нейтрализация фульвокислот происходит, главным образом, за счет железа и алюминия почвенных минералов. Так, в почвах возникают фульваты железа и алюминия, создается возможность кислого выщелачивания, которая реализуется на всех бескарбонатных породах, где формируются ландшафты кислого и кислого глеевого классов. Запасы гумуса в дерново - подзолистых почвах южной тайги приблизительно вдвое меньше, чем в широколиственных лесах (70 - 100 т/га и 100 - 270 т/га в полуметровом слое). Часть органических веществ входит в состав глинистых минералов. Итак, главное отличие бика тайги от бика широколиственных лесов состоит в специфическом консервативном соотношении (Б) и (П), в меньшей скорости разложения органических веществ, меньшем количестве водных мигрантов, вовлекаемых в бик и поступающих с опадом, более кислом характере продуктов разложения. По ряду особенностей бика таёжные ландшафты ближе к тропикам, чем к широколиственным

лесам. Хвойные леса появились на Земле в середине пермского периода около 250 миллионов лет назад. По Н.М. Страхову, это была хвойно-гингковая тайга. Ёе бик благоприятствовал кислой миграции и сильному выщелачиванию почв. В современной кайнофитной тайге сохранились многие черты этой мезофитной влажности тропической тайги. Интенсивность кислого выщелачивания в обоих случаях близка, а различие заключается в емкости процесса. Если во влажном и теплом климате мезофита кислое выщелачивание распространилось на всю поч-ву и кору выветривания, то в холодном климате современной тайги эти процессы охватыва-ют лишь верхние десятки сантиметров почвенного профиля (например, горизонт (А) обычно менее 0,5 м, а в северной тайге местами даже менее 0,1 м). В мезофитной тайге в условиях минерального голодания эволюция, вероятно замедлялась, что определяло консервативность её и устойчивость. И только через 100 млн. лет в сере-дине мелового периода появились покрытосеменные, листва которых была богата кальци-ем, что помогало деревьям бороться с кислым выщелачиванием в почвах. Однако это было только в умеренном поясе, где сформировались ландшафты широколиственных лесов пере-ходных классов, а не в кислых как в тайге.

В кайнофитных влажных тропиках продолжалось кислое выщелачивание почв. Именно по-этому в ландшафтном отношении по ряду показателей бика и водной миграции современ-ная тайга ближе к современным и мезофитным влажным тропикам, чем к широколиствен-ным лесам.

По М.А. Глазовской, тайга ежегодно получает с атмосферными осадками 0,5 – 0,25 ц/га солей (0,2 – 0,25 ц/га атмогенных, 0,3 – 0,5 ц/га – терригенных). что составляет лишь ¼ их количества, потребляемого растительным покровом. Ионный сток, напротив, примерно в 2 раза больше. Однако в некоторых таёжных ландшафтах, особенно в горной тайге Сибири, минерализация и состав атмосферных осадков близки к водам текущим из трещин коры выветривания. В этих ландшафтах роль атмосферных осадков в поступлении подвижных элементов весьма значительна, особенно для натрия, хлора, кальция, калия и др.

В зависимости от степени континентальности, истории геологического развития и появления многолетней мерзлоты таежные ландшафты на территории Евразии может быть разделен на несколько отделов:

- приокеаническая - атлантическая тайга (Прибалтика, запад Белоруссии, Скандинавия);
- умеренно-континентальная тайга (европейская Россия);
- континентальная сибирская тайга (без многолетней мерзлоты);
- континентальная и резко-континентальная сибирская мерзлотная тайга;
- приокеаническая – тихоокеанская мерзлотная тайга (побережье Охотского моря др.);
- приокеаническая – тихоокеанская тайга без мерзлоты (Сахалин, Камчатка, Курилы, Приморье).

В каждом отделе выделяются три основных семейства (северной, средней и южной тайги), которые различаются по величине (П). Переходным к типу широколиственных лесов является семейство европейских хвойно – широколиственных лесов, образующее особую подзону, ко-торая ближе к тайге, чем к широколиственным лесам. Во всех семействах преобладают кис-лые и кислые глеевые классы ландшафтов, где соотношения между ними закономерно изме-няются от южной тайги к северной.

ЛЕКЦИЯ XI. ЛАНДШАФТЫ УМЕРЕННО - КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ТАЙГИ.

Данный отдел ландшафтов таежного типа распространен в европейской России и на Урале.

ЛАНДШАФТЫ ЮЖНО - ТАЕЖНОГО СЕМЕЙСТВА. Это самая теплая тайга, простирающаяся широкой полосой по южной окраине таёжной зоны. Наиболее распространены ландшафты кислого класса.

АВТОНОМНЫЕ ЛАНДШАФТЫ кислой южной тайги формируются на бескарбонатных породах в условиях сравнительно хорошего дренажа на территориях (второго и третьего рода), которые исключают заболачивание. Бик обуславливает энергичное кислое выщелачивание и слабое биологическое поглощение. Так в горизонте (А) биогенным путем аккумулируются гумус калий, кальций, фосфор и другие элементы, особенно марганец. Эти же элементы, а также железо, алюминий и SiO_2 выносятся с просачивающимися атмосферными осадками. Следовательно, как и во влажных тропиках, в тайге происходит энергичное разложение верхнего горизонта литосферы и выщелачивание подвижных элементов. Однако мощность измененного слоя неизмеримо меньше. Мигрирующие минеральные и органические соединения частично закрепляются в иллювиальном горизонте (В). Здесь в результате взаимодействия коллоидной кремнекислоты и полуторных окислов синтезируются глинистые минералы, суспензии которых передвигаются и откладываются в форме тонких пленок по трещинам, порам и т.д.

Многие почвоведы - это Н.П. Ремезов, С.П. Ярков, Ф.Р. Зайдельман, И.С. Кауричев считают, что для образования дерново-подзолистых почв необходим анаэробизм, обусловленный поверхностным переувлажнением, наблюдающимся весной и осенью в гумусовом горизонте, под подстилкой, где энергично разлагаются растительные остатки.

Дерново - подзолистые почвы бедны элементами питания для растений, так как многие из них находятся в слабоподвижном состоянии, например азот, фосфор и калий, кроме того они обеднены бором, иодом, бромом, ванадием, хромом, никелем, кобальтом, цинком, медью и другими редкими и рассеянными элементами, некоторые из них интенсивно выщелачиваются. Как и во влажных тропиках значительная часть элементов сосредоточена в растениях. Кислая среда определяет не только выщелачивание металлов, но и способствует поступлению их подвижных форм в растения. Поэтому не случайно, что многие таежные деревья (ель, сосна, береза и т.д.) являются концентраторами марганца, цинка, свинца, стронция, бария - активных водных мигрантов таежного ландшафта.

Под влиянием растворов, просачивающихся из почвы, в тайге формируется кора выветривания, достигающая мощности нескольких метров. На изверженных и метаморфических горных породах, кора выветривания, представлена бурыми суглинками с обломками горных пород. При выветривании силикатов образуются гидрослюды и бурые гидроксиды железа (гидрогетит). Растворимые продукты выносятся, кора выветривания обедняется катионами и относительно обогащается железом, алюминий и SiO_2 , приобретает нейтральную или слабо-щелочную среду. В общем выветривание направлено в ту же сторону, что и во влажных тропиках (вынос катионов, накопление железа, алюминия), но протекает со значительно меньшей интенсивностью. Поэтому образуется не столь мощная и выщелоченная гидрослюдистая кора выветривания. Склоновые отложения формируются в результате перемещения частиц почв и коры выветривания. При этом большую роль играет самопроизвольное движение вязко-пластичной массы - дефлюкция, течение грунтов - солифлюкция и аналогичные процессы. По Ю.Г. Симонову, в горной тайге Сибири преобладают солифлюкционные и дефлюкционные отложения. По С.С. Воскресенскому, в водно - ледниковых районах Русской равнины развиты как солифлюкционные, так и делювиальные склоны. В верхних частях склонов, за счет колебания температур и других природных процессов, происходит поверхностная эрозия, приводящая к образованию обломочного материала из горных пород, который передвигается вниз по склону под действием силы тяжести. Делювиальные

(склоновые) и аллювиальные (речные) отложения, как и кора выветривания, не содержат карбонатов, имеют слабокислую или нейтральную реакцию и гидрослюдистый состав.

В автономном кислом ландшафте грунтовые воды благоприятны для миграции большинства редких металлов, реакция которых нейтральная или слабокислая. Биологический круговорот (бик) играет ведущую роль в формировании микроэлементов, входящих в химический состав почв, коры выветривания, грунтовых вод и делювиальных отложений.

ПОДЧИНЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ резко отличаются от автономных, где в понижениях рельефа, речных долинах и озерных котловинах грунтовые воды залегают близко от дневной поверхности, создавая условия для заболачивания, и дальнейшего образования низинного болота с зелеными мхами, осоками и другими болотными травами. Древесная растительность здесь всегда менее развита, чем в автономном ландшафте, бик протекает медленнее, биогенная аккумуляция слабее. Почвы нередко уже подтоплены, так как грунтовые воды залегают на глубине 0,5 – 1,0 м. Подобные условия неблагоприятны для полного разложения растительных остатков. Свободный кислород воды быстро расходуется на окисление части растительных остатков, и в дальнейшем их разложение происходит в глеевой среде. Образуются такие газы, как CH_4 (метан или «болотный газ»), H_2S , H_2 и N_2 . Анаэробное разложение никогда не идет с такой полнотой и скоростью, как аэробные, поэтому в почве накапливается торф - полуразложившиеся растительные остатки. В.А. Ковалевым детально изучены минера-лого-геохимические системы торфяных болот (кислород – гидроксильные системы, системы сера, фосфор, SiO_2) и торфа в Белоруссии. По В.Н. Крештаповой, в торфах Русской равнины содержание германий, медь, молибден в сухом веществе торфа местами превышает кларк* т.е. среднее содержание химических элементов в торфе. Слабее концентрируются марганец, стронций, никель, кобальт, свинец и иттербий. Содержание элементов зависит от геологического строения и климата областей питания торфяника. Например, накопление германий, связано с распространением глин мезозоя, накопления меди - с глинами и суг-линками любого состава, стронций - с пермскими отложениями. Ниже торфяного горизонта расположен минеральный глеевый горизонт, для которого характерен Fe и Mn двухвалентное состояние. По миграционной способности Fe и Mn напоминают другие двухвалентные катионы (Ca, Mg).

В глеевых горизонтах двух валентное железо находится не только в почвенном растворе, но и в поглощающем комплексе. При оглеении также происходит оглинение, увеличивается количество коллоидов, становятся более подвижными фосфор, SiO_2 , кальций, магний и многие редкие элементы. Соединения двухвалентного железа придают глеевому горизонту сер-рые, сизые, зеленоватые и синеватые тона.

Болотные воды, кроме железа, марганца и PO_4^{3-} , содержат много органических веществ, так как в процессе неполного разложения растительных остатков образуются растворимые органические кислоты. Благодаря высокой подвижности железа в болотных почвах образуются железистые минералы - вивианит и сидерит. Вивианит накапливается в довольно значительных количествах, что позволяет использовать его залежи в качестве местного фосфорного удобрения. Круговорот азота, фосфора, калия, кальция и других элементов в болотных ландшафтах замедлен, так как эти элементы активно поглощаются растениями. Образующиеся сложные органические соединения в дальнейшем превращаясь в торф, практически не участвуют в бике данного ландшафта. Поэтому болотные почвы содержат мало усвояемого азота, фосфора, калия, кальция. Основная причина замедленного бика и недостатка многих минеральных элементов заключается в резком дефиците

кислорода. Торфяные почвы здесь обогащаются кальцием, фосфором, магнием, а из микроэлементов - медью, кобальтом, бик протекает энергичнее, видовое разнообразие богаче, бонитет деревьев выше. Торф также может быть использован для создания искусственных препятствий с целью задержки загрязняющих потоков. Своеобразная обстановка создается на речных террасах, где в период паводковых вод происходит их затопление, и изменение их окислительно-восстановительных процессов. В зависимости от длительности затопления на поймах формируются различные элементарные ландшафты - от лугов и лесов на прирусловых террасах до наиболее часто затопляемых старичных русловых понижений с ольшанниковыми и травяными болотами.

*Термин «кларки» введен А.Е. Ферсманом, который назван в честь американского геохимика Уилсуорта Франка Кларка, разработавшего метод подсчета среднего химического состава земной коры.

Постоянный приток взвешенных наносов и растворимых веществ обогащает поймы подвижными кальцием, железом, марганцем, бором, кобальтом и другими водными мигрантами. Это благоприятствует увеличению интенсивности бика, определяет высокий урожай трав на пойменных лугах и их высокие кормовые качества. В межень реки в значительной степени питаются подземным стоком, ионный состав их воды приближается к составу грунтовых вод.

Для многих кислых таежных ландшафтов характерны озера с пресной слабо минерализованной («мягкой») водой, содержащей мало двухвалентного кальция и способной растворять углекислую известь. В связи с этим озерные осадки, как правило, бескарбонатны и имеют $pH = 6 - 7$. В Северной Белоруссии есть озера, в которых летом накопившиеся в водной массе карбонаты зимой растворяются. В некоторых озерах карбонаты накапливаются в прибрежных илах и на глубине 1 - 3 м. Наиболее интенсивно эти процессы протекали в раннем голоцене, но местами продолжаются и в настоящее время. Таежные озера богаты живым веществом, создающим окислительно-восстановительную и щелочно-кислую зональность. На дне озер накапливаются остатки водорослей и других растений, мелких рыб и т. д. Для разложения этой массы, как правило, не хватает кислорода, создается восстановительная глеевая среда, где образуется «гнилой озерный ил», т.е. сапропель. Сапропель - коллоидная студенистая масса желтого, бурого и зеленоватого цвета. Помимо органических веществ ил содержит минеральные соединения, преимущественно глинистые частицы - продукт эрозии почв и пород чаши озера. В крупных озерах зольность сапропеля составляет 20 - 60%, но в небольших лесных озерах она значительно ниже (до 0,1%). В образовании сапропеля важная роль принадлежит микроорганизмам, личинкам комаров, червям и другим мелким животным, которые пропускают через свой организм большие массы ила. Процессы, протекающие в иле, иные, чем в почве, поэтому сапропель по химическому составу и свойствам значительно отличается от гумуса и торфа, хотя нередко содержит гумусовые кислоты. Он богат белковыми веществами, в нем больше водорода и меньше углерода, чем в торфе, реакция нейтральная или слабокислая. В сапропеле накапливается марганец, кобальт, медь, ванадий, цинк и другие микроэлементы. Мощность сапропеля местами измеряется многими метрами. Сапропель откладывается обычно в более глубоких частях озера, в береговой полосе в донных отложениях (песчаных, суглинистых) господствует окислительная среда. На участках дна, где высачивается железо, возникают кислородные барьеры, на которых концентрируется лимонит. Железо может приноситься в озера и с речной водой в виде тонкой суспензии гидроксидов или железоорганических соединений. Вместе с железом на дне озера нередко аккумулируется магний (в

виде коллоидных гидроксидов четырех- и двухвалентного магния). В некоторых озерах в осадках накапливается сидерит и лептохлориты. Процессы накопления железа и марганца в озерных осадках разнообразны как в геологическом, так и геохимическом отношении. Озера - в геологическом понятие сравнительно кратковременные образования. Они постепенно зарастают и превращаются в низинный торфяник, в котором под слоем торфа залегают сапропели. Значительная часть низинных торфяных болот России образовались в результате зарастания озер. Дальнейшая эволюция низинного торфяника может быть различной, но чаще на последней стадии становления он превращается в верховой торфяник или болото. Для кислой тайги характерны дефицит многих элементов, особенно кальция. Здесь в изобилии растут лишь растения, хорошо переносящие кислую реакцию и недостаток кальция. Моллюски и другие животные с известковым скелетом имеют меньшие размеры и более тонкие раковины, яйценосность птиц уменьшается, яичная скорлупа становится тонкой и пористой. На «кислых» пастбищах животные теряют породистость, скот становится приземистым, малорослым, удои коров падают. У животных развивается ломкость костей, остеопороз, рахит и другие болезни. Для домашних животных здесь дефициты также фосфора и натрия. В этих ландшафтах нередко дефицитен кобальт, входящий в состав витамина B₁₂, регулирующего кроветворение. В результате овцы, реже крупный рогатый скот, подвержены тяжелой болезни - акабальтозу. Недостаток меди в кормах ослабляет синтез окислительных ферментов и даже вызывает ряд заболеваний. Местами недостаток иода приводит к нарушению функции щитовидной железы, развитию эндемического зоба у домашних животных и у человека. Дерново-подзолистые почвы бедны бором, от недостатка которого страдает лен, свекла, яблони и другие плодовые деревья. В кислых почвах плохо мигрирует молибден, в связи с чем местами наблюдается дефицит этого металла. Особенно страдают бобовые растения. Местами в кислых почвах для растений избыточен марганец, установлен антагонизм между марганцем и железом, марганцем и кальцием. Для борьбы с кислой реакцией почв широко используют известкование, что резко изменяет физико-химические и биологические процессы, направляют их в полезную для культурных растений сторону. При этом уменьшается не только кислотность почвы, но также и концентрация вредных соединений алюминия и марганца, создаются хорошие условия для жизни полезных микроорганизмов, повышается содержание подвижных форм азота, фосфора, калия, кальция, магния, молибдена и других важных для растений элементов. Большое значение имеют азотные, фосфорные, а местами и калийные удобрения. Для развития животноводства в кислых ландшафтах также необходимо химизация. Добавка солей кальция, фосфора, меди и иода в корма во многих районах повышает продуктивность животных и предупреждает их заболевания. Вода кислой южной тайги, как правило, содержит мало фтора, с чем связано широкое распространение кариеса зубов. Для кислого класса характерны все три основных рода ландшафтов.

ЛЕКЦИЯ XII. ЛАНДШАФТЫ КИСЛОЙ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ПЕРВОГО РОДА. К нему относятся кислые южно-таёжные равнины, сложенные преимущественно бескарбонатными четвертичными отложениями, валунными и другими суглинками. Особенно своеобразны **ПОЛЕССКИЕ ЛАНДШАФТЫ** - южно-таёжные лесисто-болотные равнины на кварцевых песках (Мещерская низина, Приветлужье, Молого-Шекснинское междуречье и др.). Эти районы относятся частично к подзоне южной тайги, а частично к зоне смешанных лесов. Однако эти районы имеют много общего, поэтому их объединили в один **ПОЛЕССКИЙ ВИД ЛАНДШАФТОВ** (по Белорусскому и Украинскому полесьям). Кварцевые пески имеют флювиогляциольное или древнеаллювиальное происхождение, они образовались преимущественно за счет размыва морены и нередко на 98% состоят из SiO₂.

Содержание фосфора, калия, кальция и др. биологически важных элементов в них ничтожно, чем и определяется физико-географическое своеобразие данных ландшафтов. Они представляют собой плоские равнины, на которых расположились автономные ландшафты, представленные сосновыми и сосново-еловыми лесами чередующимися с болотами, поймами рек и озерными понижениями. Среди древесных пород преобладает сосна, как наиболее приспособленная к бедным песчаным почвам. Из-за крайней бедности кварцевых песков в питании растений важную роль играют кальций, натрий, магний, калий, сера, углерод, поступающие с атмосферными осадками.

Озера, расположенные среди болот и песков, бедны жизнью, их вода имеет кислую реакцию, богата органическими веществами, особенно слабо минерализована.

Озерные илы содержат много гумусовых веществ торфяного детрита, сапропеля нет. Вода в реках, текущих среди болот, напоминает по цвету крепкий чай из-за растворенных гумусовых веществ.

В зимних условиях, когда свободный кислород в реках под ледяным покровом полностью может отсутствовать, происходит массовая гибель рыб, т.е. «замор», который наблюдался на р. Припяти, Мологе и других реках.

Существует несколько видов ПОЛЕССКИХ ЛАНДШАФТОВ. Например, ПРИПЯТСКИЕ формируются на мощных кварцевых песках, а КОРОСТЕНЬСКИЕ - на маломощных кварцевых песках, подстилаемых изверженными метаморфическими породами. Последние распространены в Украинском полесье, где граниты, гнейсы и другие породы Украинского кристаллического щита, а также их древние коры выветривания залегают под песками на глубине нескольких метров. В полесье особенно резко выражен дефицит азота, фосфора, калия, кальция, магния, кобальта, меди.

ЛАНДШАФТЫ КИСЛОЙ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ВТОРОГО РОДА - южнотаежные возвышенности, также включают в себя несколько видов: на покровных суглинках, валунных суглинках, коренных породах и т.д. К ним относятся ВАЛДАЙСКИЕ ЛАНДШАФТЫ с холмисто-котловинным рельефом конечных морен. Это в геологическом понимании молодые ландшафты, территория которых покрывалась ледником. Поверхностная эрозия еще не успела преобразовать первичный аккумулятивный рельеф - чередование моренных холмов, озов, камов, друмлинов и котловин, занятых озерами и болотами.

ЛАНДШАФТЫ КИСЛОЙ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ТРЕТЬЕГО РОДА - это территории кислых южнотаежных низкогорий и среднегорий. Они характерны для Среднего Урала, расположены на гранитоидах, сланцах, и т.д.

ЛАНДШАФТЫ КИСЛОГО ГЛЕЕВОГО КЛАССА - КИСЛАЯ ГЛЕЕВАЯ ТАЙГА. Это сильно заболоченная тайга, распространенная на плоских слабодренированных равнинах Западной Сибири, Мещеры и др., где легко развивается поверхностное заболачивание. Автономные ландшафты во многом аналогичны подчиненным ландшафтам кислой тайги. В биомассе возрастает роль мхов, количество которых достигает 50 – 100 ц/га. Резко увеличивается и доля зеленой части (до 40% против 3 – 9% в кислой тайге). Абсолютное количество зеленой массы изменяется мало, хотя одно и то же количество зеленой массы накапливает меньше органического вещества. Разложение растительных остатков протекает медленно, их накапливается много в подстилке. В подзолисто-болотных почвах развивается оглеение, у них сильно кислая реакция (рН = 4 верхнего горизонта), характерны подвижные формы гумуса. Почвенные и грунтовые воды, как и в других таежных ландшафтах, мало минерализованы, содержат органические кислоты и железо. Низкая биологическая продуктивность кислой глеевой тайги в первую очередь объясняется дефицитом кислорода, который вызывает дефицит других элементов.

ЛАНДШАФТЫ КАЛЬЦИЕВОГО И ПЕРЕХОДНОГО (кисло кальциевого) КЛАССОВ связаны с участием карбонатных пород – известняков и доломитов, а также карбонатной морены и других силикатных пород, содержащих углекислую известь. Для данного класса наиболее характерны второй и третий род ландшафтов - это кальциевые южно - таежные возвышенности и кальциевая горная тайга. Особые виды ландшафтов развиваются на известняках, гипсоносных породах, карбонатной морене, пермских красноземах и других богатых кальцием породах. Автономный ландшафт характеризуется видовым разнообразием, высокой продуктивностью, хорошим ростом деревьев, богатым травостоем и кустарниковым ярусом, высокой самоорганизацией. В южной тайге велика биомасса (3500 ц/га) и ежегодная продукция (100 ц/га). Подвижные соединения кальция обуславливают нейтральную, слабо щелочную и даже щелочную реакцию почв. Подобные условия весьма благоприятны для накопления гумуса (до 7% и выше). Эти дерновокарбонатные почвы резко отличаются от дерново-подзолистых почв кислой южной тайги. В слабой щелочной среде выветривание направлено в сторону образования минералов монтмориллонита – бейделлитовой группы, меди, свинца и другие металлы обладают низкой миграционной способностью и не выносятся или слабо выносятся из почвы. Кора выветривания представлена обычно щебнем известняка с примесью глинистого мелкозема. Она также относится к карбонатному классу, характеризуется слабощелочной реакцией. Глины имеют высокую сорбционную способность. Континентальные отложения богаты CaCO_3 .

Богатство почв и пород кальцием обуславливает сравнительно высокое содержание этого элемента в подземных и поверхностных гидрокарбонатнокальциевых водах, которые отличаются повышенной минерализацией, местами жесткостью, нейтральной или слабощелочной реакцией. Кальций мощный коагулятор, в связи с чем воды прозрачны, бедны коллоидами. Здесь местами распространен карст. В нижних частях склонов грунтовые воды выходят на поверхность в виде ключей с жесткой, чистой и прозрачной водой. В местах близкого залегания грунтовых вод (0,5 – 1,0 м) развиты низинные болота с разнообразной растительностью. Кальций благоприятствует интенсивному разложению растительных остатков, накоплению черного, хорошо разложившегося, мажущегося торфа (лугового торфа). В нижней части болотной почвы из грунтовых вод аккумулируется углекислая известь (луговой мергель), здесь развито карбонатное оглеение.

Минерализация озерной воды здесь в 8 - 10 раз выше, чем в кислых таежных ландшафтах. Озерные воды бедны фосфором, малоподвижны в слабощелочной среде. Сапропель богат карбонатами. Живые организмы кальциевой тайги имеют все признаки достаточного его питания. Домашние животные более рослые, молочность коров и яйценосность кур выше, у яиц более прочная скорлупа, в реках больше моллюсков, и они имеют более толстую и прочную раковину, рога коз развиваются лучше, весь организм их крепче и устойчивее к заболеваниям и т.д. Таким образом, особенности данного ландшафта в значительной степени связаны с интенсивной миграцией и аккумуляцией кальция, который обуславливает нейтральную и щелочную реакцию почв, вод, коагулирует коллоиды, входит в состав большинства продуктов выветривания и почвообразования, является одним из основных компонентов почвенных, грунтовых и поверхностных вод. Природный кальциевый ландшафт по уровню самоорганизации значительно превосходит ландшафты кислого класса.

Дерново-карбонатные почвы кальциевой тайги ценны для земледелия. Высоким плодородием обладают и низинные торфяники, которые после осушения особенно пригодны для посева овощей. Именно поэтому ландшафты кальциевого класса являлись первым объектом земледельческого освоения, в них издавна вырубались леса и распахивались почвы. В эпоху, когда европейские степи представляли «дикое поле»,

заселенное половцами и другими ко-чевниками, эти ландшафты были основной житницей Новгородской области и других северо русских территорий. Так возникали города, монастыри, резко росло население, ландшафт приобретал «открытость» и внешне напоминал лесостепь. Он резко отличался отокружающей его кислой и кисло - глеевой тайги. Велика роль подобных ландшафтов и в последующей истории, в том числе в истории культуры России. И в современную эпоху ландшафты кальциевого класса представляют высокую хозяйственную ценность, хотя и для них характерен дефицит некоторых элементов, поэтому для повышения продуктивности сельского хозяйства здесь необходимо внесение азотных, фосфорных и калийных удобрений. Если проследить эволюцию кальциевых ландшафтов, то можно заметить, что в начале ландшафто-образования углекислая известь содержится на поверхности во всех отложениях, т.е. в известняках, красноземах, морене, особенно богаты кальцием автономные ландшафты. По мере развития ландшафта происходило вымывание углекислой извести из верхних горизонтов почв, причем наиболее быстро эти процессы протекали на карбонатной морене, красноземах и других породах, содержащих меньше подвижного кальция. В зависимости от состава пород, а также от особенностей рельефа (плоская равнина, склон и т.д.) создавалась пестрая картина элементарных ландшафтов, каждый из которых представляет различную стадию обеднения кальциевого ландшафта. В ходе этого процесса прежде всего лишились большей части кальция автономные ландшафты и значительно позднее появились подчиненные кислые ландшафты, т.е. кислые болота и озера с безизвестковым сапропелем. Ландшафты со слабокислыми почвами, близким залеганием карбонатов в профиле и т.д. относятся к особому переходному классу. Он распространен в европейской южной тайге и на Урале (южно - таежные возвышенности на пермских красноземах Прикамья и др.).

ЮЖНО-ТАЕЖНЫЕ ЛАНДШАФТЫ, ПЕРЕХОДНЫЕ ОТ КИСЛЫХ К

МАГНИЕВЫМ. Резкое преобладание магния над кальцием в горных породах оказывает большое влияние на ландшафт. Подобные ландшафты известны на Среднем и Южном Урале в районах распространения ультраосновных пород. Организмы здесь получают много магния. Бик своеобразен, преобладают светлые сосновые леса, много представителей особой «серпентинитовой флоры». Данные ландшафты - природная лаборатория, в которой жизнь в течение миллионов лет развивалась в условиях преобладания магния над кальцием.

ЮЖНО-ТАЕЖНЫЕ ЛАНДШАФТЫ СЕРНОКИСЛОГО КЛАССА. К сульфидным месторождениям в тайге приурочены ландшафты с сернокислыми водами, возникающими за счет окисления сульфидов. Концентрация сульфат - иона в водах создает возможность развития десульфуризации в подчиненных ландшафтах. В болотных отложениях, озерных илах появляются сульфиды меди, цинка и других металлов. Считается, что накопление рудных элементов в аллохтонных отложениях, перекрывающих рудные тела (например, в морене), связано с диффузионными процессами. Зона окисления сульфидных руд в тайге формируется значительно медленнее, чем во влажных тропиках. Это объясняется низкими температурами летнего периода и его малой продолжительностью. Зона здесь менее мощная и слабее выщелочена, её легче обнаружить и оценить. Местами в тайге сохранились древние (доледниковые) зоны окисления, сформировавшиеся в течение геологического длительного времени в условиях пенепленизированного рельефа, влажного и теплого климата. В биологический круговорот сернокислых ландшафтов вовлечены многие рудные элементы, содержание которых в растениях повышено. Таким образом, вокруг выходов сульфидных руд в тайге образуются ореолы рассеяния металлов в почвах, континентальных отложениях, водах, растениях и животных.

ЛАНДШАФТЫ СЕВЕРО - ТАЕЖНОГО СЕМЕЙСТВА. Главная особенность этого семейства - меньшая интенсивность бика по сравнению с южной тайгой, т.е. более медленное разложение органических веществ, более слабая биогенная аккумуляция в почвах.

Для северо-таежного семейства характерны разреженные осветленные леса с угнетенными деревьями и низким бонитетом. Процессы образования живого вещества близки к средней и южной тайге, а особенности разложения органических веществ и связанное с ним выветривание, почвообразование и формирование состава вод ближе к тундре. Впервые на это обратил внимание Р.С. Ильин, заявив, что тундровые и северо-таежные грунтовые воды ев-ропейской России образуют единую зону. Однако, учитывая значения образования живого вещества над разложением органических веществ, северную тайгу следует относить к таеж-ному типу. Поэтому границы ландшафтных, почвенных и гидрогеологических зон на Севере не совпадают.

В северной тайге наиболее распространен кислый глеевый класс ландшафта, но встречаются здесь и ландшафты кислого, переходного, кальциевого, сернокислого и других классов (особенно в ландшафтах второго и третьего рода).

ЛАНДШАФТЫ КИСЛОЙ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ формируются на бескарбонатных породах в условиях хорошего дренажа, т.е. преимущественно в горах (третий род) и частично на возвышенностях и равнинах (второй род). Для этой тайги характерна малая мощность коры выветривания, которая совпадает с почвой. Интенсивно измененные почвенные горизонты обычно залегают на глубину 0,5 м, общая мощность продуктов почвообразования и выветривания редко превышает 1,5 м. В разрушении горных пород участвуют все виды эрозий, которые привели к образованию обломочного материала.

Растительные остатки разлагаются медленно, растворимые вещества быстро удаляются из почвы за счет фильтрации воды. В результате в верхней части почвы накапливаются преимущественно грубый гумус и торфянистые продукты.

Агрессивные растворимые фульво- и гуминовые кислоты дают подвижные комплексы (с железом и алюминием, кальцием, магнием, калием и натрием), поступающие в почву в ходе выветривания и разложения растительных остатков, которые легко вымываются и поэтому их не хватает для нейтрализации органических кислот. Следовательно, в верхней части почвы господствует сильнокислая реакция ($pH = 4$), где поглощающий комплекс слабо насыщен кальцием и магнием. Железо и алюминий, мигрирующие с гумусом, частично осаждаются в нижней части почвенного профиля, образуя иллювиальный железо-алюминиево-гумусный горизонт буроватого или красноватого оттенка. М.А. Глазовская подчеркивает интенсивную миграцию алюминия в северной тайге Карелии и Кольского полуострова, что проявляется в формировании иллювиально-гумусовых глиноземных подзолов, в высоком содержании алюминия в золе растений, кроме этого М.А. Глазовская, выделила особую Скандинавскую фульватно-железисто-алюминивую ландшафтную провинцию. Кислые гумусовые воды выносят SiO_2 , а почва, как и во влажных тропиках, относительно обогащена R_2O_3 . В иллювиальных почвах разлагаются первичные силикаты, алюмосиликаты и кварц. Глинистая фракция состоит из гидрослюд, смешанно-слоистых минералов - вермикулита и каолинита. Однако каолинизация в северной тайге имеет подчиненное значение. Характерные продукты выветривания рентгеноаморфные гидроксиды железа и алюминия, аллофаноиды, органические минеральные комплексы. В почве наблюдается и механическое передвижение глинистых суспензий, которые аккумулируются в нижних горизонтах на поверхности обломочных пород в форме пылевато-илистых покрытий. Несмотря на то, что выветривание в северной тайге протекает медленно, щелочные и щелочноземельные элементы беспрепятственно выносятся из почвенной толщи, и морфологически подзолистость выражена

достаточно отчетливо, правда не во всех автоморфных почвах.

По В.О. Таргульяну, общая минерализация рек в северной и средней тайге кислого класса не превышает 200 мг/л, часто колеблется в пределах 30 - 100 мг/л, рН = 7 т.е. близок к нейтральному, но в весенние половодье снижается до 6 и даже 5.

Для северной тайги характерны те же классы, что и для южной, но в иных соотношениях. Распространены три рода территорий, как и в южной тайге. КИСЛЫЕ ГЛЕЕВЫЕ СЕВЕРО - ТАЕЖНЫЕ ЛАНДШАФТЫ развиты на слабо расчлененных водораздельных поверхностях с породами глинистого и суглинистого состава, с замедленным дренажем, с периодическим или длительным переувлажнением почв. В этих условиях формируются как элювиально – глеевые (глее – подзолистые) почвы с отчетливой дифференциацией полуторных оксидов и емкости поглощения в профиле, так и гомогенные глеевые почвы с недифференцированным профилем. Одним из основных признаков, отличающих эти почвы от неглеевых, является отсутствие глинообразования, что не способствует сорбционному накоплению элементов в средней части профиля. Особенно хорошо кислая глеевая северная тайга распространена на севере Восточно – Европейской равнины.

ЛЕКЦИЯ XIII. ЛАНДШАФТЫ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ СИБИРСКОЙ ТАЙГИ.

ТАЕЖНЫЕ БЕЗ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ ЛАНДШАФТЫ - это ландшафты расположенные в Западной Сибири и частично в Восточной Сибири (Енисейский край, Приангарье, Саяны). Ландшафты на Обь - Иртышском междуречье детально изучены Е.Г. Нечаевой. По её данным, биомасса древесного яруса здесь достигает 3000 ц/га. Масса трав, естественно, намного меньше, но роль их в бике тем не менее значительна, особенно в круговороте кремния, алюминия, титана, магния, бария, стронция, свинца, меди. По данным Е.Г. Нечаевой, бик в ландшафте представляет углеродо – кальциевый комплекс. Таежные ландшафты без многолетней мерзлоты кислого и кисло – глеевого классов, по исследованиям Е.Г. Нечаевой, сформировались на четвертичных отложениях. Их несколько видов, относящихся к первому роду (плоские равнины), это весьма своеобразные ландшафты южной тайги Зауралья в области древнего пенеплена, перекрытого маломощными четвертичными отложениями. Неглубоко залегающие здесь изверженные и метаморфические горные породы и их коры выветривания находятся в пределах ландшафта. На древней коре выветривания выделяются виды: на гранитоидах, на пегматитовых полях и др.

МУРЗИНСКИЕ ЛАНДШАФТЫ, названные по селу Мурзинка (являющиеся центром древнего горного промысла, где в примитивных коях начиная с 17 века шла добыча драгоценных камней из пегматитовых жил), относятся к виду, лежащему на пегматитовых породах. В Мурзинке проводил исследования по изучению пегматитов А.Е. Ферсман. Южно - таежные равнины Западной Сибири не подвергались оледенению и пережили сложную историю. В прошлом здесь был более сухой климат, территория ландшафта относилась к переходному классу. В настоящее время карбонаты в четвертичных глинах и суглинках залегают на глубине 2 – 3 м, в ландшафте много реликтов (второй гумусовый горизонт в почвах и др.).

Особенно разнообразны виды ландшафтов второго и третьего рода, сформировавшихся в условиях расчлененного рельефа возвышенностей и гор. Территории Салаира и Кузнецкого Алатау, расположенных на древней коре выветривания, представляют ландшафты второго рода, а ландшафты Алтая, лежащие на метаморфических и изверженных породах, относятся к ландшафтам третьего рода.

ТАЕЖНО – МЕРЗЛОТНЫЕ ЛАНДШАФТЫ, хотя и расположены в различных климатических условиях (континентальном, резко континентальном и частично в

приокеаническом), рационально объединить в один отдел из-за многолетней мерзлоты, которая является мощным фактором. Больше всего развита многолетняя мерзлота в северной и средней тайге Сибири. В Восточной Сибири она встречается и в южно-таежных ландшафтах. Еще шире ореол мерзлоты был в ледниковые эпохи, когда она распространялась не только на современные южно-таежные районы, но и на лесостепи и степи (например, в Центральном Казахстане). Поэтому во многих немерзлотных ландшафтах встречаются реликты эпохи многолетней мерзлоты. Объем биомассы, ежегодной продукции, самоорганизации и устойчивости мерзлотной тайги ниже, чем в немерзлотной. Миграция элементов в многолетнем мерзлом слое резко ослаблена, близкое его залегание от поверхности уменьшает мощность ландшафта, резко сокращает подземный сток, благоприятствует оглеению. Кроме льда мерзлые грунты содержат и жидкую минерализованную воду, не замерзающую при отрицательной температуре. Такая вода мигрирует зимой и осенью к поверхности земли, т.е. в сторону более низких температур, а весной и летом в обратном направлении. В результате вымораживания воды происходит выпадение и накопление солей в питательном слое. Чаще всего это подвижные соединения железа и марганца. При таянии льда соли кальция и магния (хлориды, сульфаты и карбонаты) находятся в мигрирующем водном растворе, а затем осаждаются в грунте. Этим некоторые авторы объясняют низкое содержание кальция и углекислого газа в мало минерализованных водах мерзлотных районов, увеличение в них роли натрия и магния (иногда магния больше чем кальция), приводит к формированию гидрокарбонатно - натриевых вод. Многолетнемерзлые толщи - это зона, где протекает ионный обмен окислитель-но - восстановительной реакции, здесь возможна и ослабленная миграция. И.А. Тютюнов, гипергенез при низких температурах, назвал криогенезом, для которого характерны: повышенная растворимость в воде газов, понижение рН вод и усиление выщелачивания карбонатов. Миграция в мерзлых толщах происходит в результате передвижения пленочной влаги с растворенными в ней микроэлементами. Надо отметить, что диффузия здесь имеет меньшее значение. В мерзлых грунтах происходит процесс коагуляции коллоидов, что приводит к накоплению их в почвах и коре выветривания в виде пылевой фракции, т.е. продукта агрегации. В результате сезонных криогенных процессов происходит выпучивание крупно - обломочного материала, который залегает на поверхности почв, образуя щебнистый горизонт, а под ним расположился слой суглинков, внутри которого присутствует более мелкий щебень. К этой же категории образований относятся пятна в виде медальонов, которые появились за счет морозобойного растрескивания почв. Здесь даже на пологих склонах (5 - 10°) развита солифлюкация, где смещение достигает многих сотен метров.

В мерзлотных ландшафтах кора выветривания часто совпадает с почвенным слоем, в котором низкая температура ослабляет работу микроорганизмов, избыточное увлажнение понижает интенсивность бики, почвообразовательный процесс приобретает новые черты, формируются особые типы мерзлотных почв - таежных ожелезненных, палевых таежных, мерзлотных болотных и т.д. Грунтовые воды в районах сплошной мерзлоты превратились в лед, в связи с чем большую роль приобрел поверхностный и внутрипочвенный сток. В руслах рек благодаря выделению тепла за счет течения турбулентных водных потоков, уровень промерзания грунтов залегает гораздо ниже по сравнению с основным, поэтому скапливающаяся вода в этих грунтах может поступать в долину, где в местах выхода её на поверхность образуются наледи, в которые за счет понижения давления и выделения углекислого газа, поступают в карбонаты кальция, магний, железо и марганец. Летом в период таяния наледи на поверхности почвы остаются соли. Эти территории П.Ф. Швецов назвал надледными полянами, потому что

стекающие по мерзлой почве атмосферные воды растворяют большое количество органических соединений. Поэтому поверхностные склоновые воды отличаются большой цветностью, малой минерализацией (10 -20мг/л), низким рН = 4,0 – 4,6 и резко выраженным преобладанием в анионном составе SO_4^{2-} . В.Н. Щетников определит, что после сильных дождей почвы промываются столь сильно, что водные вытяжки также мало минерализованы, как и атмосферные осадки. В период половодий и паводков речная вода также по общей минерализации не отличается от атмосферных осадков. Ультрапресные воды мер-злотных ландшафтов Алданского нагорья, на силикатных породах содержат от 20 до 80 мг/л минеральных веществ, среди которых преобладает кремний, кальций, магний и HCO_3 .

ПОДЧИНЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ в кислой мерзлотной тайге представлены заболоченными ле-сами и болотами. В отделе таежно-мерзлотных ландшафтов выделяются три семейства: северной, средней и южной тайги, которые в своем распространении подчиняются широт-ной зональности и высотной поясности. В мерзлотной тайге распространены те же классы ландшафтов, что и в немерзлотной.

ЛЕКЦИЯ XIV. СТЕПНЫЕ И ЛУГОВЫЕ ЛАНДШАФТЫ.

К югу от тайги и хвойно-широколиственных лесов Русской равнины длинной полосой, от карпатских предгорий до Алтая, простирается лесостепная зона. Южнее лесостепи расположилась степная черноземная зона с континентальным климатом, с черноземными и частично каштановыми почвами, покрытая злаковой и другими видами степной растительности. Разнотравные луговые степи находятся на юге вместе с разнотравно-типчаково-ковыльными степями, на севере, в Западной Сибири, распространились остепненные луга. Степная зона протянулась от западной границы России до гор Алтая.

ЛЕСОСТЕПНЫЕ ЛАНДШАФТЫ.

. К лесостепной группе относятся ландшафты, включающие в себя леса и степи, которые образуют единое пространство, но возможны и самостоятельные территории занятые лесом или степью, например, в условиях горного рельефа, когда на северных склонах распространены леса, а на южных - степи. Лесостепные ландшафты формируются в переходных климатических условиях от влажных к сухим. Количество атмосферных осадков в них часто равно испарению, но в отдельные годы происходят отклонения в ту или иную сторону. В отличие от степей автономные почвы лесостепных ландшафтов имеют промывной или периодически промывной режим. В северной Евразии лесостепные ландшафты условно отнесем к одному типу, в котором выделяется пять отделов.

ЛАНДШАФТ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ. Для ландшафта этого отдела характерно сочетание широколиственных лесов и луговых степей. В результате хозяйственной деятельности большинство лесов уничтожено и только почвенный покров (серые лесные почвы, выщелоченные черноземы) позволяют предположить о более широком распространении лесов в прошлом. Эти ландшафты несут в себе черты как широколиственных лесов, так и луговых степей, однако современная миграция элементов ближе к луговым степям.

ЛАНДШАФТЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ. Этот отдел является наиболее влажным представителем лесостепей Евразии. Для него характерно сочетание лесных, лугово-степных (прерий), луговых и болотных ландшафтов (Зейско-Буреинская и Ханкайская равнины, Средне-Амурская низменность) Дальневосточная лесостепь, по Ю.А. Ливеровскому, имеет некоторые черты сходства с лесостепью западной Сибири. Для неё также характерен равнинный рельеф, широкое развитие лугов и болот, островные леса. Однако в Западной Сибири климат суше, многие процессы протекают по иному. Формирование лесостепного ландшафта на Дальнем

Востоке обусловлено сочетанием ряда факторов. Климат здесь муссонный, максимум осадков выпадает в июле и августе, осень, зима и весна сухие. В морозную зиму, особенно на Зейско-Буреинской равнине почвы сильно промерзают. Лесостепь Дальнего Востока находится на пределе своего существования, т.к. достаточно небольшого изменения какого-либо фактора ландшафтообразования (небольшое увлажнение климата, хороший дренаж и т.д), чтобы обеспечить господство лесного ландшафта. На формирование лесостепного ландшафта, вероятно, повлияла неравномерность выпадения осадков. По исследованиям Н.А. Гвоздецкого, в Приамурье бывают годы, когда за лето выпадает лишь 60 – 70 мм осадков в такой засушливый период испаряемость преобладает над осадками и в ландшафте создаются «степные» условия. Но бывают годы, когда летние осадки составляют 800 – 1000 мм. Немалую роль в формировании лесостепного ландшафта играл исторический фактор. В средне- и нижнечетвертичное время на равнинах Приамурья господствовал более сухой климат, было широко развито засоление почв. В современном почвенном покрове фиксируются различные стадии рассоления в форме солонцеватых и осолоделых почв. Дренажные пространства в дальневосточной лесостепи в основном распаханы. До окультуривания они были заняты лугово-степными и луговыми ландшафтами, чередующимися с сосново-дубовыми и дубовыми лесами, колками осины с дубом. Представители степной флоры (ковыль и др.) являются выходцами из соседней Даурской флористической области. Глинистые аллювиальные отложения, на которых в основном сформировались ландшафты, являются продуктом размыва коры выветривания окружающих гор. Однако и выветривание в долинах, протекающее в теплый и влажный сезон, также благоприятствует оглинению почв и аллювиальных отложений. Плоский равнинный рельеф, обильные летние осадки и глинистый состав почв способствует развитию оглеения в автономных ландшафтах (на плоских водо-разделах с глубоким залеганием грунтовых вод, например, на высоких террасах Амура). В ландшафтах Средней Амурской низменности и Приханкайской равнины ярко выражено деление на классы, среди которых преобладает бескарбонатный нейтральный глеевый класс. В этом классе расположены Амурские ландшафты первого рода, для которых характерно преобладание лугово-степных равнин (прерий), на черноземовидных оглеенных почвах. Эти ландшафты типичны для речных террас. Повышенное увлажнение автономных ландшафтов Приамурья обусловлено атмосферными осадками, вызывающими здесь оглеение. Ландшафты прошли через супераквальную стадию, в них развивался луговой солонцово-солончаковый содовый процесс. По данным Б.А. Зимовца, поверхностному оглеению способствует глубокое промерзание почв в течение морозной и мало снежной зимы, где за счет медленного оттаивания грунтов создается водоупор. Луговая растительность ежегодно вовлекает в биок 700-900 кг/га минеральных веществ, т.е. столько же, сколько в луговых черноземных степях европейской России. В золе трав преобладает кальций и калий, а в корнях много алюминия, железа и марганца, Под луговой растительностью формируются черноземовидные почвы с мощным гумусовым горизонтом (до 50 – 80 см) и 6 – 8% гумуса в верхней части. Общие запасы гумуса, по данным Ю.А. Ливеровского, достигают 4000 ц/га. Разложение большого количества органических остатков создает слабокислую среду (рН = 5,5 – 6,5), а сильное промачивание определяет значительное выщелачивание элементов из почв (бескарбонатность). Однако богатство растительных остатков кальция благоприятствует нейтрализации большей части органических кислот и почти полной насыщенности поглощающего комплекса, в котором на 88 – 89% преобладает кальций. На участках сильного поверхностного оглеения сформировались луговые подбелы (т.е. дерново-подзолистые почвы) с белесыми псевдоподзолистым горизонтом, железо-марганцевыми конкрециями. Белесый горизонт обеднен илом,

имеет слабокислую реакцию, но почвенный поглощающий комплекс почти насыщен кальцием и магнием.

ПОДЧИНЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ - осоково-вейниковые и разнотравно-вейниковые луга и боло-та с очень слабо минерализованными силикатно-гидрокарбонатными глеевыми водами. В биологический круговорот здесь много вовлекается силиция, калия, кальция, железа и магния. Таким образом, для амурских ландшафтов характерно сопряжение и низкая геохимическая контрастность так как и в автономном и супераквальном ландшафтах под влиянием травянистой растительности развивается бик, накапливается много гумуса, кальций является типоморфным элементом, развиты процессы оглеения, воды здесь очень слабо минерализованы. Другие классы дальневосточных лесостепных ландшафтов занимают меньшую площадь. Здесь имеются луговые ландшафты с содовым классом водной миграции (Na - HCO₃), пойменные лугово – болотные ландшафты с бескарбонатным глеевым классом воной миграции и др.

ЛЕКЦИЯ XV. ЛАНДШАФТЫ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ И СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ЛЕСОСТЕПЕЙ.

В Сибири континентальность климата привела к смене широколиственных пород, распространенных в неогене, к мелколиственным (береза, осина) и хвойным (лиственница, сосна). Этот отдел является восточным продолжением европейской лесостепи. Березовые и осино-вые леса образуют отдельные массивы или рощи - колки, между которыми располагаются луговые степи, луга, болота и озера. К данному отделу относятся Кунгурская лесостепь европейского Приуралья, лесостепные ландшафты Урала, Западной Сибири, Канско-Ачинский и Иркутско-Балаганский «лесостепные острова» Восточной Сибири. Кроме биологического круговорота и континентальности ландшафты данного отдела отличаются от европейской лесостепи историей развития в кайнозое. Миграция и концентрация элементов во многом определяется тем, какие ландшафты - слабокислые лесные или кальциевые степные занимают автономные и подчиненные позиции.

ЛАНДШАФТЫ Кальциевого и переходного классов лесостепи разделяются на три рода.

ЛАНДШАФТЫ ПЕРВОГО РОДА – томские (лесостепные равнины), разделяются на виды, приуроченные к платформенным и геосинклинальным формациям. Последние характерны для Зауральского пенеппена, где коренные палеозойские породы или их древние коры выветривания перекрыты маломощными четвертичными отложениями.

ЛАНДШАФТЫ ВТОРОГО РОДА - это холмисто-увалистая лесостепь денудационных и денудационно – аккумулятивных равнин Приуралья, Зауралья, Северного Казахстана, предгорий Алтая с преобладанием колочно-степных катен. Как правило, это монолитные катены на покровных карбонатных лессовидных суглинках, имеющие в различных районах сравнительно однородную пространственную структуру. В автономных условиях вершин и верхних частей склонов пологих холмов и гряд развиты разнотравно – ковыльные степи на черноземах, со-держущих кальций. В элювиально – аккумулятивных ландшафтах на нижних частях склонов развиваются обычные ковыльно – типчаково – полынные сообщества на солонцеватых черно-земах и солонцах. В западинах супераквально – аккумулятивных элементарных ландшафтах развиты осиново – березовые колки на лугово – черноземных осолоделых почвах, луговых и колочных солодах и болота с торфянисто – глеевыми почвами. Такая структура катен определяет селективную мобилизацию анионогенных элементов и комплексных образований, подвижных в щелочной среде в автономных и трансэлювиальных ландшафтах кальциевого, кальциево – натриевого и солонцового класса.

Радиальная дифференциация почв в катенах возрастает от автономных ландшафтов

к под-чиненным. В слабоконтрастных типичных и обыкновенных черноземах в гумусовых горизон-тах накапливается только иттрий. Особенно благоприятные условия для биогеохимической и физико – химической мобилизации анионогенных и комплексных образователей, создающих-ся в средних звеньях катен - в солонцеватых черноземах и солонцах. Щелочная и сильно - щелочная реакция почв определяет возможность образования этими элементами растворимых комплексных соединений. Поэтому растения на солонцах (полыни, маревые) часто концентрируют молибден, хром, ванадий, титан, медь, серебро. Солонцы и солонцева-тые черноземы отличаются более контрастной радиальной дифференциацией, чем чернозе-мы. В солонцовом горизонте накапливаются иттрий, свинец, серебро, цинк, молибден, медь и другие элементы. Низкая контрастность образующихся аномалий, по – видимому, связана с влиянием противоположного процесса – содового выщелачивания из сильнощелочных солон-цовых почв.

За счет биогенной аккумуляции древесными породами (березовой, осиновой) в гумусовых горизонтах создаются аномалии марганца и стронция. Контрастность распределения под-вижных форм цинка, молибдена, марганца, меди и никеля обычно выше, чем у валовых. Латеральная миграция характерна только для элементов «содовой» ассоциации – иттрия, скандия, молибдена. Ландшафтные аномалии этих элементов образуются в кислых средах и строго локализируются в гумусовых горизонтах солодей, лугово – болотных почвах колков. Особенно контрастны эти аномалии в краевых зонах колочных западин. Катионогенные эле-менты мигрируют в щелочной среде слабо и не образуют ландшафтных аномалий за счет латеральной миграции.

ЛАНДШАФТЫ ТРЕТЬЕГО РОДА (южноуральские). Это низкогорная березовая лесостепь Урала, Кокчетавской возвышенности Северного Казахстана. Нередко березовые и сосновые леса здесь покрывают северные склоны, а луговые степи раскинулись на южных склонах. По окислительно-восстановительным условиям южно - уральские ландшафты резко отличаются от тайги и ближе к луговым степям, так как заболоченность в них значительно слабее, чем в тайге. Основные черты биологического круговорота здесь определяются различиями хими-ческого состава древесных и травянистых растений. Береза, осинв, лиственница, рябина, ива и другие деревья и кустарники, как и в тайге, сохраняют катионофильную биохимическую специализацию, в отличие от трав, которые ближе к анионофильной специализации степей. По данным М.А. Мальгина, среднее содержание магния в листьях деревьев горного Алтая составляет 219 мг/г, что почти в четыре раза выше, чем в травах - 57 мг/г.

Широкое развитие гранитоидов определяет многие черты водной миграции в этих ландшаф-тах. Здесь присутствуют пресные, реже слабосолонцеватый состав поверхностных и подзем-ных вод. Их состав гидрокарбонатно – натриевый, а местами встречается содовый. Следова-тельно и для почвообразующих пород и почв присуща бескарбонатность и лишь местами проявляется засоленность. Вода озер Щучье, Чалкар, Зерендинское и др., расположенных в гранитных массивах Кокчетавской возвышенности, преимущественно пресная и содовая. На более низких отметках рельефа пресные озера соседствуют с солеными озерами Улькен-Ка-рай, Теке т.д.. Это связано с процессом разгрузки минерализованных вод, текущих по тек-тоническим разломам , получивших широкое развитие в засоленной коре выветривания и палеоген-неогеновых отложениях.

В низкогорных и мелкосопочных массивах в зависимости от экспозиции склонов и литологии коренных пород развиты три основных типа катен с различной радиальной и латеральной структурой, типами и видами представленными в табл.

6.1. Горно-лесной тип катен характерен для склонов северной и северо-западной экспозиции, сложенных гранитоидами, где автономные

подчиненные позиции занимают лесные ландшафты кислого класса. В слабокислой (рН = 5,3 – 5,9) окислительной обстановке примитивных горнолесных и дерновых лесных оподзоленных почв достаточно мощная механическая и водная миграция определяют подвижность и накопление в растениях катионогенных элементов. Лесостепной тип катен формируется на более низких уровнях рельефа, преимущественно на склонах северной экспозиции, Он характеризуется сочетанием лесных автономных и трансэлювиальных ландшафтов с кустарниковыми и лугово-степными территориями балок и побережий озер. Такие ландшафты изучались Н.С. Касимовым и О.А. Самоновой в котловине оз. Чалкар на северо-западе Кокчетавской возвышенности. Деревянные и кустарниковые породы: сосна, береза и ива сохраняют катиофильную специализацию. Радиальная дифференциация почв возрастает от автономных выщелоченных черноземов к дерново-слабо-подзолистым и серым лесным глеевым почвам пологих склонов и подножий сопок. В степных катенах склонов южной экспозиции с типичными и выщелоченными черноземами, лугово-черноземными и пойменными дерново-глеевыми почвами в нейтральной и слабощелочной среде радиальная и латеральная дифференциация большинства элементов снижается.

Таблица 6.1.
(по Н.С.

**Типы зон в южноуральских ландшафтах
Касимову и О.А. Самоновой)**

Типы катен	Элементарные ландшафты	
	автономные	подчиненные
Горно-лесной (лес → лес)	Лесные, кислые и слабокислые окислительные с дерново-подзолистыми и серыми лесными почвами	Лесные, луговые, слабокислые и нейтральные, окислительные и восстановительные с солодями, торфяно-глеевыми и луговыми почвами
Лесостепной (лес → степь)	Лесные, слабокислые и нейтральные окислительные с серыми лесными почвами, выщелоченными и оподзоленными черноземами	Луговые и степные, нейтральные и щелочные, окислительные и восстановительные с луговыми солодями, торфянисто-глеевыми и луговыми почвами
Степной мелкосопочный (степь → степь)	Степные, нейтральные и щелочные, окислительные с черноземными почвами	Степные и лугово-степные, щелочные окислительные и восстановительные с луговыми почвами, солонцами
Колочно-долинный; колочно-западинный (степь → лес)	Степные, щелочные, окислительные с черноземом	Лесные и лугово-болотные слабокислые и нейтральные, восстановительные с глеевыми солодями и лугово-болотными почвами

ЛАНДШАФТЫ КАЛЬЦИЕВО-СОДОВОГО КЛАССА. На аллювиальных лесостепных равнинах Юга- Западной Сибири (Тобол-Иртышская равнина, север Барабинской низменности) на самых низких гипсометрических уровнях с близким залеганием грунтовых вод распространены барабинские ландшафты. Особенность этих ландшафтов - сочетание заболоченности и засо-ления: содового, содово-сульфатного и содово-хлоридного. Широко развиты колючно-степные катены с содовым слабодренированных междуречных пространств. В супераквальных ландшафтах побережий многочисленных озер формируются содовые солончаки, луговые солонцы, заболоченные западины заняты березовыми колками с солодами. В колючей степи низменных аккумулятивных равнин распространены более «южные» представители почв - обыкновенные и карбонатные черноземы, солонцы, солончаки. Большая часть современных автономных ландшафтов прошла супераквальную содовую стадию в после ледниковый период. Их своеобразие определяется как современными физико-географическими условиями (равнинный рельеф, близкое залегание уровня грунтовых вод и т.д.), так и историческими факторами. В течение четвертичного периода в Западной Сибири неоднократно менялся климат, смещались ландшафтные зоны. В ледниковые эпохи преобладала холодная лесостепь, аналогичная Якутской, в голоцене была теплая ксеротермическая эпоха, которая сменялась современным увлажнением и похолоданием. За последние годы наблюдается некое потепление климата. По данным Н.И. Базилевича в табл. 6.2 приведены параметры бика в березняках Новосибирской области (березняк травный на темно-серых осолоделых почвах и березовый колок на солодах). К березе примешивается осина, развит травяной покров. По многим показателям березняки занимают промежуточное положение между широколиственными лесами и тайгой и резко отличается от луговых степей. Тобол-Иртышская равнина и Барабинская низменность - это борно-молибденовая провинция, где почвы, вода и многие растения по сравнению с соседними регионами в несколько раз больше обогащены этими элементами по данным В.Б. Ильина и А.П. Аникина. Особенно высокие концентрации бора и молибдена ($pH = 8,5 - 10$), в которых мигрируют не только аниогенные элементы, но и такие слабоподвижные элементы, как алюминий, кремний, железо, главным образом в виде суспензии - в щелочной среде развит своеобразный «содовой лессиваж». Плоский рельеф определяет периодическую восходящую боковую миграцию вод от колючно-болотных ландшафтов в сторону водоразделов.

Тобол – Иртышская равнина и Барабинская низменность - это борно – молибденовая провинция, где почвы, вода и многие растения по сравнению с соседними регионами в несколько раз обогащены этими элементами. Особенно высокие концентрации бора и молибдена характерны для солонцов, луговых и болотных почв, сложно-цветных и маревых семейств растений в подчиненных ландшафтах, куда они поступают в результате активной миграции в

Таблица 6.2.

**Биологический круговорот в березняках и других зональных ландшафтах
(из литературных источников).**

Показатели	Березняки	Широколи- ственные леса	Тайга (северная, южная)	Луговые степи
Биомасса, Бг ц/га	2200	3700	1000-3300	250
Зеленая часть, % от биомассы	2	1	8-5	32

Многолетняя надземная часть, % от биомассы	75	73	70-73	
Прирост Π_1 , ц/га	120	130	45-85	137
$K = \lg \Pi_1$				
$\lg B_1$	0,62	0,59	0,55	0,89
Опад O_1 , ц/га	70	90	35-55	55
Опад, % от биомассы	3	2,4	4-1,6	80
Лесная подстилка, ц/га	300	150	300-350	120
Подстилка: опал зеленой части	7	3	17-10	1,5

содовых растворах. Барабинские ландшафты формируются на породах богатых магнием - ультраосновных магматических доломитах на территории Южного Урала. На ультраосновных породах (дунитах, гарцбургитах) под разнотравно-злаковыми и кустарниковыми степями и остепненными сосновыми и лиственнично-сосновыми лесами сформировались горные чер-ноземовидные, дерновые лесные, серые лесные и луговые почвы. Большинство микроэлементов в горных лесостепных почвах имеет био-аккумулятивное распределение т.е. слабое накопление в дерновых и гумусовых горизонтах. Даже в самых дифференцированных слабо-кислых серых лесных почвах интенсивность миграции большинства элементов не велика, что отличает их от равнинных аналогов.

ЛЕКЦИЯ XVI. ЛАНДШАФТЫ ЯКУТСКОЙ МЕРЗЛОТНОЙ ЛЕСОСТЕПИ, этого чрезвычайно своеобразного отдела, распространены на равнинных территориях средней Лены и её притоках: Алдану и Вилюю. Климат засушливый, т.к. здесь выпадает около 200 мм осадков в год и растения пополняют недостаток влаги из слоя грунта, находящегося в зоне сплошной многолетней мерзлоты. Лето теплое, средняя июльская температура в Якутии много выше, чем в Москве. Если бы не было мерзлоты, то вероятно ландшафт имел бы облик сухой степи, аналогично сыртам Тянь-Шаня. Следовательно, многолетняя мерзлота является источником влаги в почве, которая определяет существование лесных и луговых ландшафтов. На плоских водоразделах развита сухая лиственничная тайга на палевых мерзлотных таежных и мерзлотных таежных палевых осолоделых почвах, имеющих нейтральную реакцию кальциевого класса. Здесь травянистый покров включает в себя и степные виды растений. Кроме тайги развиты также луга, луговые и полынно-злаковые степи, болота. Для значительной части территории характерен содовый класс водной миграции. Здесь распространены соленые озера, содовые солончаки и содовые солонцы, зато менее развито сульфатное и еще меньше хлоридное засоление. В.Г. Зольников считает, что в Центральной Якутии преобладает надмерзлотный континентальный тип соли накопления. Меньшую роль в засолении играют залежи соли и другие глубинные источники. Многие исследователи относят Якутские ландшафты к особой холодной лесостепи, своеобразии которой определяется как современными физико-географическими условиями: сухость климата, равнинный рельеф, карбонатность грунтов, многолетняя мерзлота, так и особенностями развития в четвертичном периоде. В плиоцене здесь распростерлись хвойные и хвойно-широколиственные леса, на смену которым

в начале плейстоцена пришла темнохвойная тайга с примесью лиственных пород. Позднее, в средн-ем плейстоцене, широколиственные породы исчезли. Иссушение климата в середине плей-стоцена привело к распространению светлохвойной тайги. Во второй половине плейстоцена было сильное оледенение, частично ледники с гор спускались на равнины. После деградации льдов возникли своеобразные «открытые ландшафты» - лесостепные, лугопустынные, болотные. По данным М.Н. Караваева лесостепные ландшафты Центральной Якутии не имеют аналогов на Земле, также по мнению ученого, возможно, что в периоды обледенения Якутские ландшафты были распространены значительно шире, т.е. они располагались в Юж-ной Сибири на месте барабинских, томских и других ландшафтов.

Широко развит в Якутской лесостепи термокарст, приводящий к образованию на днищах бывших озер особых луговых ландшафтов - аласов. Степные и лесостепные периоды повто-рялись неоднократно, надо отметить, что степные элементы флоры сюда проникали с юга. Позднее площадь открытых ландшафтов сократилась, а территория тайги увеличилась. По данным А.Д. Егорова, лугопастбищные растения Якутии обогащены медью в пять раз больше, цинком в полтора раза больше, но зато обеднены кобальтом и марганцем по сравнению с травами Латвии, Белоруссии, Бурятии и Западной Сибири. При засолении в почвах в верхних горизонтах понижается количество кобальта и меди, Однако в содовом луговом солончаке было обнаружено высокое содержание меди. Бобовые накапливают в 1,5-3 раза больше молибдена, чем злаки, осоки и другие травы, но вместе с тем это количество ниже, чем у бобовых других районов таёжной зоны. Интересно отметить, что на кислых глее-вых почвах бобовые содержат мало молибдена, даже меньше, чем злаки. Вероятно, это связано с низкой миграционной способностью молибдена в кислой среде.

Заболевание скота в Центральной Якутии, по данным А.Д. Егорова, объясняется нарушением соотношения между медью и молибденом, т.е. избытком в кормах меди и недостатком молибдена. По данным Г.А. Андриановой, травы заливных лугов в этих районах обогащены марганцем, железом, стронцием, барием и обеднены молибденом, по сравнению с аласовыми лугами, на которых скот не болеет.

ЛАНДШАФТЫ ЗАБАЙКАЛЬСКО – МОНГОЛЬСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ, которые обладают резким континентальным климатом, здесь присутствует островная многолетняя мерзлота, расчлененный рельеф всё это определило в этом отделе распространение хвойных, преимущественно лист-венничных лесов в сочетании со степями и остепненными лугами. Велика роль высотной поясности и экспозиции в ландшафтах горной лесостепи, в которой леса расположились на высоте 1700 – 2000 м на северных и северо-восточных склонах горных хребтов Южного Забайкалья, Хэнтая и Хангая. Степи распространены на южных склонах более низких отметок рельефа. Так, для Центрального Хангая типичны лиственничные травяные леса с чернозе-мовидными и дерновыми почвами. Для последних характерна слабокислая реакция в гумусовом горизонте и нейтральная в нижней части профиля. С этими ландшафтами сопряжены остепненные луга на выщелоченных и типичных черноземах кальциевого класса. В горных ландшафтах черноземам специфичны карбонатные горизонты, формирование которых связано с влиянием летнего муссона, который определяет активную профильную и латеральную миграцию карбонатов кальция, т.е. образование иллювиальных мучнисто-карбонат-ных горизонтов почвы, особенно мощных в нижних частях склонов. Такая структура лесостепных катен способствует мобилизации катионогенных элементов в слабокислых почвах автономных и транзитных ландшафтов. Лиственница сибирская, как и в таёжной зоне, имеет «ферраллитный» состав золы. Большинство видов лесного и лугового разнотравья имеет бариево- марганцевую специализацию, отличаясь от лиственницы преимущественно кальциево-евым составом золы. Для растений остепненных участков

характерны для злаков кремне-вый, для сложноцветных кальциевый и для маревых кальциево-натриевый состав золы, а также пониженное содержание большинства катионогенных элементов из-за уменьшения их подвижности и аккумуляции их на степных почвах более подчиненных позиций. Полыни, как и в западно-азиатских степях, отличает медно-молибденовая, а злаки - литиевая специализация.

Н.А. Ногина из-за высокой почвенной контрастности лесных и степных ландшафтов относит такие районы не к лесостепи, а к особой переходной зоне - лесо-луговой.

ЛЕКЦИЯ XVII. СТЕПНЫЕ ЛАНДШАФТЫ.

Биомасса в степях на порядок меньше, чем в лесных ландшафтах: от 100 до 400 ц/га, при-чем в отличие от лесов большая её часть сосредоточена в корнях (70 - 90%). Во влажные го-ды в степях возрастает биомасса и число видов, а в засушливые годы, напротив, биомасса уменьшается вместе с видовым разнообразием и ландшафт приобретает более пустынный облик. Надземная фитомасса во влажные годы может быть в 10 раз больше, чем в засуш-ливые. В целинных степях практически вся чистая продукция поступает в почву и использу-ется для накопления запасов мертвого объёма органического вещества. Поэтому Н.И. Базилевич и А.А. Титлянова считают, что они обладают наиболее закрытым круговоротом среди всех типов наземных ландшафтов. По уровню самоорганизации и устойчивости степные ландшафты уступают лесным. Это объясняется в основном тем, что в степях легче наруша-ется и труднее восстанавливается стационарное состояние. Степи в этом отношении занима-ют промежуточное положение между лесными и тундровыми ландшафтами. Для степей ха-рактерны семейства злаков, сложноцветных, в меньшей степени крестоцветных, бобовых и др. По сравнению с тайгой здесь меньше мхов и лишайников, во многих ландшафтах они полностью отсутствуют. В крупных флористических районах таких как Волжско-Донском, Причерноморском и др. число видов высших растений в черноземных степях примерно такое же, как и в широколиственных лесах, т.е. близко к 2000. Изучая разновидности растений степной зоны А.Д. Айвазян выделила гумидокатные виды, возникшие в гумидных ландшаф-тах и обогащенные в связи с этим катионогенными элементами, которые более подвижны в кислой среде. Ариданитные виды сформировались в аридных ландшафтах и активно поглощают анионогенные элементы. Кроме этого имеется и переходная группа растений. В корнях и семенах растений сухого климата больше белков, чем во влажном климате, по-этому лучшие в мире сорта пшеницы с наибольшим содержанием клейковины произраста-ют в засушливых степях. Интересно, что во влажные годы урожай вырастает, но содержа-ние белка и азота в семенах падает. Растворимые моносахариды также сильно накаплива-ются в сухом климате, поэтому фрукты и ягоды здесь слаще. Накопление крахмала и других нерастворимых углеводов, напротив, характерно для влажного климата, например, для южной тайги. Многие аридные растения богаты серой, которая входит не только в белки, но и в сульфоорганические небелковые соединения (в горчичные и чесночные масла, т.е. в «аллиловые» масла), т.к. это обусловлено высоким содержанием серы в почвах. Напротив, степная флора содержит мало железа и алюминия, что объясняется их низкой подвижно-стью в ландшафтах. В отличие от лесных ландшафтов почвы степей в 2-5 раз богаче органическим веществом, по данным Д.С. Орлова, в луговых степях до 900 т/га гумуса в мет-ровом слое. Этому способствует бактериальный состав микрофлоры почв, нейтральная сре-да, богатство растительного опада кальцием, периодическое иссушение, приводящее к пре-обладанию гуминовых кислот над фульвокислотами. В сухих степях фитомасса уменьшается до 100-200 ц/га, где запасы гумуса в почвах состав-ляют 100-200 т/га, а его содержание уменьшается до 3,0 - 4,5%, но зато

увеличивается доля фульвокислот. Основной фон ландшафтов создают ариданитные растения (сложноцветные, маревые, частично злаки) с достаточно хорошо выраженной бор-молибденовой (анионо-фильной) специализацией, к которой иногда добавляются и некоторые катионогенные элементы (серебро и медь), образующие в щелочной среде растворимые карбонатные комплексы, доступные растениям. На этом фоне локально встречаются гумидокатные (катионофильные) растения со стронциево-марганцево-цинковой специализацией, приуроченные преимущественно к переувлажненным лесоболотным незасоленным местообитаниям - это берёза, ива, степные кустарники и т.д. Ариданитные растения четко делятся на две подгруппы. Первые растения - типичные молибдено-титанофилы и стронциефобы с высоким молибдено-стронциевым и низким стронциево-титановым отношениями. К ним относятся многие злаки (типчак, мятлик, бескильница), полыни, маревые (кокпек, камфоросма, лебеда татарская), которые приурочены к наиболее засоленным разновидностям почв. Вторые растения, у которых уменьшение содержания молибдена и титана сопровождается усиленным поглощением стронция. У разных семейств причины этого различны: для сложноцветных (полынь австрийская) - это уменьшение щелочности почв и дополнительное увлажнение; для маревых (биюргун, солерос, солянки) - рост сульфатности почв; для злаков (пырей, вейник) - увеличение увлажнения и уменьшение засоленности почв.

ЛАНДШАФТЫ НА ЭЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВАХ. В автономных ландшафтах бореальных степей формируются черноземные и каштановые почвы, которые М.А. Глазовская объединила в семейство кальций-гумусовых степных почв. Биогенная аккумуляция в них сильнее, чем в лесах, а выщелачивание слабее, что объясняется щелочной средой. Характерная особенность степных почв - накопление гумуса, количество которого постепенно убывает с глубиной. В элювиальных почвах преобладают окислительные условия, на что указывает неподвижность железа и отсутствие оглеения. Вероятно, в черноземах в связи с их лучшим увлажнением периодически создается слабоокислительная среда с подвижным марганцем и на короткий срок образуется слабовосстановительная среда. Возможно, это объясняет формирование гумуса черного цвета и передвижение марганца. В каштановых почвах среда более окислительная, чем в черноземах, поэтому возможно и гумус в них коричневатый, а марганец менее подвижен.

ЛАНДШАФТЫ КАРБОНАТНОЙ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ. В степях и пустынях, сформировавшихся на скальных породах, под гумусовым горизонтом располагается обломочный горизонт с корками кальцита на поверхности обломков. Нередко кальцита так много, что весь щебень покрыт белой коркой. В обрывах плато, в искусственных выемках карбонатный горизонт прослеживается в виде белой полосы, параллельной земной поверхности. Его нижняя часть находится вне сферы почвенных процессов и должна быть отнесена к коре выветривания. Такую кору выветривания Б.Б. Полюнов назвал обломочной и обызвесткованной. Особенно характерна она для степных базальтовых плато. В Армении мощность такой коры выветривания достигает 1-1,5 м. По данным Г.К. Габриеляна, в образовании известковой коры выветривания решающее значение принадлежит атмосферной миграции, так как 1 кв. км базальтового плато в предгорьях Армении ежегодно получает 15-18 т бикарбоната кальция с атмосферными осадками, который быстро преобразуется микроорганизмами в кальцит. Важным источником образования кальция служит также атмосферная пыль. Атмосферный принос кальция, по данным М.А. Глазовской, вероятен и в других субаридных районах таких как Южная Австралия. Чем древнее ландшафт, тем больше роль этого фактора в формировании иллювиального горизонта степных почв и карбонатной коры выветривания. Вместе с тем атмосферный принос кальция не единственный источник карбонатных горизонтов. В большинстве степных ландшафтов и особенно

в современных, вероятно, ведущее значение имела ветровая эрозия и последующее перераспределение кальция с участием бика. Эти процессы играли определенную роль и при образовании карбонатной коры выветривания базальтов, где последующие процессы водной и ветровой эрозии почв могли полностью обнажить карбонатную кору выветривания на дневной поверхности и создать впечатление отсутствия выветривания базальтов. Непрерывная эрозия верхних горизонтов почв способствует постепенному проникновению коры выветривания в толщу породы. Надо отметить, что некоторые карбонатные горизонты являются реликтом луговой стадии развития ландшафтов, когда накопление кальцита происходило из грунтовых вод. Особенно характерны такие горизонты для террас и плоских равнин. В нижней части бывших супераквальных горизонтов наблюдаются следы оглеения, вместе с карбонатами иногда аккумуляровались железисто и марганец. В плейстоцене карбонатные коры выветривания формировались на всех материках. В Америке их называют «каличе», «калькреты», в Передней Азии и Северной Африке - «нари». Часть из них, несомненно, имеет супераквальное происхождение.

ЛАНДШАФТЫ СФОРМИРОВАВШИЕСЯ НА ЛЁССАХ И ЛЁССОВИДНЫХ ПОРОДАХ многие авторы относят к коре выветривания, которая формировалась в четвертичном периоде в условиях сухого холодного климата на Украине, Сибири и теплого в Средней Азии. В европейской России, Белоруссии и Украине лёссы образовались в ледниковые периоды в перигляциальных зонах. Есть предположение, что лёссы появились в результате мерзлотных процессов, т.е. от попеременного промерзания и оттаивания. С этим связывают появление пористости и призматических образований.

А.И. Попов отнес некоторые виды лессов к криопелитам, т.е. конечным продуктам криогенного выветривания. А.И. Спиридонов считает, что эоловый лессовидный материал первоначально закреплялся на сырой поверхности снежников. Об этом говорят и наблюдения проведенные И.Н. Степановым в горах Тянь-Шань и на Кавказе.

Л.С. Берг ввел термин «облессования», необходимым условием которого является мелко-землистость и карбонатность исходной породы. По его представлениям, материнская порода лёсса может образоваться в воде вместе с аллювием, делювием и пролювием, а также эоловым и другими путями, но характерные особенности лёсса она приобретает только в результате выветривания. Согласно К.К. Маркову, эта теория является основной теорией образования лёссовых пород. По О.П. Добродееву, лёссы европейской России всегда несут следы почвенных процессов, в форме следов корней и стеблей, гумуса, по составу, близкому к гумусу современных пустынных почв (приблизительно около 0,3%), агрегированности. Аккумуляция мелкозема происходила в основном из атмосферы со скоростью 0,1 – 1 мм в год. В условиях сухого и холодного перигляциального климата этот осадок сразу же преобразовывался почвенными процессами в осадок пустынного типа. С этих позиций лёсс не только эоловое отложение, но и ископаемая почва ледниковых периодов, причем почвообразование происходило одновременно с осадконакоплением. Мелкоземистость и карбонатность сами по себе обеспечивают лёссовидные черты, особенно если порода отложилась в сухом климате. Поэтому, не отрицая теории Л.С. Берга и его последователей и признавая, что лёсс может быть особой корой выветривания, ряд авторов не исключает возможности формирования лёссов и лёссовидных пород непосредственно в ходе осадконакопления. Согласно этим представлениям в результате выветривания и почвообразования создается лёссовый материал в виде пылевой карбонатной фракции, весьма характерный для районов аридного климата. При переотложении водным или ветровым процессом данного материала образуется плащ из лёссов или лёссовидных пород. В геологическом отношении лёссы и лёссовидные породы аналогичны обывесткованной коре

выветривания, где все карбонатные коры выветривания и континентальные отложения относятся к кальциевому классу. Степные ландшафты имеют много типов, например, чернозёмные степи, сухие каштановые степи, субтропические степи. Каждый тип состоит из нескольких отделов, а последние из северного, среднего и южного семейства.

ЛАНДШАФТЫ ЧЕРНОЗЕМНЫХ СТЕПЕЙ. Этот тип ландшафтов включает три основных отдела: умеренно-континентальные степи (европейские), континентальные степи (западно-сибирские) и резко-континентальные степи (восточно-сибирские). В каждом отделе имеется три семейства черноземной степи - северное (луговое), среднее (настоящее) и южное (засушливое). В зависимости от зонально-провинциальных особенностей и характера катенарной дифференциации в семействах формируются ландшафты кальциевого, кальциево-глеевого, кальциево-натриевого и других классов.

ЛАНДШАФТЫ ЕВРОПЕЙСКИХ ЛУГОВЫХ СТЕПЕЙ - это ландшафты, простирающиеся сплошной полосой от Волыно-Подольской возвышенности до Южного Урала, их относят к лесостепной зоне. Фрагменты целинных степей сохранились только на территориях заповедников, а остальная местность почти полностью распахана.

ЛАНДШАФТЫ ЛУГОВЫХ СТЕПЕЙ КАЛЬЦИЕВОГО КЛАССА. Эти ландшафты отличаются наибольшими биомассами и продуктивностью. Бик поставляет в почву много органических веществ, и оснований не хватает для их нейтрализации. В результате в верхней части почвы развивается слабокислая среда ($pH=6-6,5$). Для кальциевых луговых степей характерны выщелоченные, мощные и тучные черноземы с высоким содержанием гумуса (до 20%) и большими его запасами (до 900 т/га). Размыв почв и коры выветривания, а также переотложение этого материала приводит к образованию делювиальных (склоновых) и аллювиальных (пойменных) отложений, которые относятся к кальциевому классу, т.к. богаты $CaCO_3$. Если грунто-вые воды формируются в грубом обломочном элювии и затем фильтруются через трещиноватые изверженные породы, содержащие мало продуктов выветривания, то они слабо минерализованы, нередко содержат силикаты и бикарбонаты щелочей (преимущественно натрия). Такие воды имеют силикатно-карбонатный состав с преобладанием среди них катионов натрия. Их минерализация не превышает 0,5 г/л. Иной состав приобретают грунтовые воды в ландшафтах с более мощными продуктами выветривания. В этом случае высокое содержание углекислой извести в почвах и аллювиальных и делювиальных отложениях накладывают резкий отпечаток на состав грунтовых вод. При их формировании важнейшее значение приобретает растворение углекислого кальция, в связи с чем в водах среди катионов преобладает кальций, а среди анионов - гидрокарбонатный ион. Кальций как сильный коагулянт обуславливает чистоту и прозрачность вод. В обоих рассмотренных случаях воды пресные и мало минерализованы, однако надо сказать, что воды делювиальные отличаются значительной жесткостью. Содержание хлора, сульфат-иона, натрия в них невелико. Из них возможно осаждение гипса в нижней части коры выветривания и в континентальные отложения, правда, мощные гипсовые горизонты не возникают.

СУПЕРАКВАЛЬНЫЕ ЛАНДШАФТЫ, питающиеся гидрокарбонатно-кальциевыми водами, представлены лугами и болотами, находящимися в долинах рек. Для них характерны пышная травянистая растительность и растения кальциефилы. Это объясняется не только богатством вод кальцием, но также накоплением $CaCO_3$ в почвах в виде лугового или болотного мергеля. Реакция почв нейтральная или слабощелочная, в них быстро разлагаются органические остатки, поэтому много накапливается гумуса на лугах или хорошо разложившегося торфа на болотах, здесь хорошо развивается карбонатное оглеение. Железо и марганец приобретают

подвижность и аккумулируются в форме железистых и марганцевых конкреций. Однако ми-грационная способность железа ниже, чем в таёжном ландшафте, поэтому болотные желез-ные руды не возникают. В грунтовых водах автономных ландшафтов иногда развивается слабая восстановительная среда, поэтому железистые и марганцевые новообразования встречаются в нижних горизонтах коры выветривания. Речная вода содержит местами значи-тельное количество мути, т.е. взвешенных наносов, кроме этого она имеет гидрокарбонатно- -кальциевый состав, поэтому не способна растворять карбонаты поступающие в неё и они частично отлагаются в речном аллювии, известкуя его, также здесь происходит известкова-ние и за счет скелетов животных. Основным элементом луговых черноземных степей явля-ется кальций, находящейся в виде углекислой извести в почвах и подстилающих породах, с чем в основном связана слабощелочная реакция почвенных и грунтовых растворов, а еще коагуляция минеральных и органических коллоидов на месте их образования. Кроме этого велики в почвах и потенциальные запасы азота, фосфора, калия и других питательных ве-ществ. Однако они слабо подвижны, и культурные растения часто нуждаются в этих элемен-тах. Особенно резко сказывается дефицит фосфора. Применение азотных удобрений наряду с фосфорными позволяет резко поднять урожайность, причем азот и фосфор не только по-вышают урожайность, но и влияют на его качество, т.е. фосфор увеличивает устойчивость растений к засухе, повышает содержание белка в зерне. Необходимо использовать и микро-удобрения, которые очень эффективны в данных условиях. Так, марганцевые и борные удо-брения повышают урожай сахарной свеклы. На Кубани под свеклу используются серпентини-товые удобрения, содержащие магний. Также применяются цинковые, молибденовые и дру-гие микроудобрения. Луговые черноземные степи сравнительно хорошо обеспечены влагой, но все же и здесь в отдельные годы бывают засухи. Для некоторых культур, особенно на поймах и террасах, используют искусственное орошение, причем именно на орошаемых землях удобрения дают наивысший эффект. Луговые степи относятся к сравнительно благо-получным ландшафтам. Эндемический зоб, кариес и другие болезни, связанные с дефицит-ом элементов, здесь распространены значительно меньше, чем в тайге. Однако мочекамен-ная болезнь, связанная с жесткостью вод и другими условиями наблюдается гораздо чаще. В европейской России распространены все три рода ландшафтов, но наиболее распростра-нен второй род - это лугопустынные эрозионные возвышенности. Их изучали А.Н. Геннадиев, М.Ю. Лычагин и др. в заповеднике «Михайловская целина» на Средне - Русской возвышен-ности. Здесь распространены типичные черноземы на лессовидных суглинках.

ЛЕКЦИЯ XVIII. ЛАНДШАФТ ЛУГОВЫХ СТЕПЕЙ КАЛЬЦИЕВО-НАТРИЕВОГО КЛАССА. Формирование ландшафта данного класса связано с развитием засоления и рассоления. Они характерны для Днепровс-кой и Окско - Донской низменностей, где солонцеватые черноземы чередуются с солонцами, содовыми солончаками, лугами и болотами. На плоских террасах Днепра и Десны в лесо-степной зоне Украины почвы представлены солонцеватыми и осолоделыми черноземами, со-лодями, реже луговыми и болотными почвами, содовыми солонцами и солончаками. Грун-товые воды часто содержат соду, т.к. это провинция содово-сульфатного засоления. В пери-од близкого стояния грунтовых вод, когда террасы являлись поймами, на последних, широ- ко были распространены процессы засоления и осолонцевания, ландшафт носил характер солончаковатых и солонцеватых лугов. В дальнейшем с понижением базиса эрозии и с увлажнением климата началось рассоление, приведшие к образованию черноземов, сохра-нивших в качестве реликтов различные признаки солонцеватости и осолодения. К.К. Гедройц пишет, что в современных депрессиях рельефа создались условия для накопления соды и

образования солончаковых почв и солончаков. Так как часть солонцов вторично засолена, то ясно, что поднятие сменялись опусканиями. Реки в подобных ландшафтах текут медленно, а воды в основном гидрокарбонатно-кальциевые, но есть и натриевые с повышенной щелочностью (содовые). Долины рек, как правило, сильно заболоченные, встречаются и моховые низинные болота с ярко выраженным сизым глеевым горизонтом под торфяным слоем.

ЛАНДШАФТЫ ЛУГОВЫХ СТЕПЕЙ КАЛЬЦИЕВО-МАГНИЕВОГО КЛАССА формируются на гиперба-зитах, доломитах и других породах, богатых магнием. В низкогорных серпентинитовых мас-сивах Южного Урала почвы и рыхлые отложения обогащены магнием, хромом, кобальтом и никелем, а воды здесь гидрокарбонатно-магниевые. Все же в бике главное участие принимает не магний, а кальций, поэтому в почвах и в делювиальных отложениях преимущественно накапливается кальцит. В связи с этим ландшафты на гипербазитах относятся к кальциево-магниевому классу, а не чисто магниевому.

ЛАНДШАФТЫ ЧЕРНОЗЕМНОЙ СТЕПИ СРЕДНИХ И ЮЖНЫХ СЕМЕЙСТВ. Все отделы этих ландшафтов в систематическом отношении аналогичны луговым степям, т.к. здесь имеются ландшафты кальциевого (преимущественно в условиях расчлененного рельефа), кальциево-натриевого (на аккумулятивных равнинах и перекрытых пенеппенах), кальциево-магниевых (на ультраосновных породах) классов, все три рода и большое число видов.

ЛАНДШАФТЫ ЧЕРНОЗЕМНЫХ СТЕПЕЙ ТРЕТЬЕГО РОДА. Это преимущественно степные низко-горья и мелкосопочки, хотя к третьему роду относятся и участки с очень резким овражным рельефом на равнинах. Данные ландшафты распространены на Южном Урале, в Казахском мелкосопочнике, на Алтае, в Забайкалье и Монголии. Отличаясь по некоторым ландшафтными образующим факторам, таким как климат, геологическое строение, рельеф, почвенно-растительный покров, они все же обладают рядом общих свойств. Это районы не-тектонических поднятий, с сильным водообменом и сравнительно простой историей ландшафтов, в которых мало реликтов. В зависимости от геологического строения имеется большое число видов ландшафтов - на гранитоидах, основных эффузивах, сланцах и т.д. Структура степных ландшафтов в низкогорьях и мелкосопочниках в различных геолого-геоморфологических условиях достаточно однородна. В автономных и трансэлювиальных позициях, где происходит биологическая и почвенная мобилизация веществ под разно-травно-злаковыми петрофитными сообществами, где формируются маломощные щебнистые черно-земы и черноземовидные почвы. Для них характерны - нейтральная и слабощелочная реакция, фульватный состав гумуса, контрастное распределение илистой фракции в профиле с резким в гумусовом горизонте и бескарбонатность в верхней части почвы.

Основная особенность почвообразования на силикатных (кислых, средних, основных) породах состоит в создании содовой среды, в которой приобретают подвижность анионогенные элементы и комплексообразователи. Они затем откладываются с илистыми минеральными и органическими частицами в дерновом и гумусовом горизонтах маломощных почв или образуются биогенным путем, а также могут участвовать в дальнейшей латеральной миграции. Катионогенные элементы также могут накапливаться в гумусовых горизонтах, но это менее типично. Значительная концентрация анионогенных элементов и комплексообразователей в щебнистых маломощных черноземах установлена И.П. Гавриловой, И.Г. Побединцевой и О.А. Самоновой на Южном Урале, Рудном Алтае и Кокчетавской возвышенности.

ПОДЧИНЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ - в долинах небольших рек обычно формируются элементарные ландшафты гидрокарбонатно - кальциевого глеевого или гидрокарбонатно - натриевого глеевого классов с лугово - черноземными почвами и солодами под луговыми сообществами и осиново - березовыми колками. На Рудном

Алтае а таких катенах установлено обогащение подчиненных ландшафтов элементами «содового» комплекса при слабой подвижно-сти катионогенных элементов. Близкие особенности установлены и в степных катенах Зерендинского массива Северного Казахстана. Подчиненные дерновые и глеевые почва обогащены здесь по сравнению с автономными и трансэлювиальными обыкновенными и выщелочеными черноземами - молибденом, бором, хромом, ванадием и никелем. Особенно сильно это проявляется в катенах на кислых породах (гранитах, вторичных кварцитах), на низком фоне которых заметнее обогащенность более тяжелых по механическому составу почв и отложений подчиненных позиций, где образуются еще более контрастные аномалии ниобия, иттрия, титана, бора и молибдена. Зона максимального накопления этих элементов, как правило, приходится на ландшафты делювиальных шлейфов. Основным механизмом селективной дифференциации анионогенных элементов и комплексообразователей является их мобилизация в щелочной среде почв автономных ландшафтов, миграция и осаждение на глеевых, кислых и сорбционных барьерах в подчиненных ландшафтах, логах мелкопочников и долинах небольших рек и ручьев.

ЛАНДШАФТЫ ЧЕРНОЗЕМНЫХ СТЕПЕЙ ВТОРОГО И ПЕРВОГО РОДОВ

простираются широкой, местами прерывистой, полосой от Украины до Китая. Ко второму роду в основном относятся ландшафты эрозионных возвышенностей, а к первому - ландшафты аккумулятивных низменностей (юг Окско-Донской, юг Западно-Сибирской и др.). Для ландшафтов первого рода характерны лессовидные отложения, в которых коренные породы залегают глубоко. Эти ландшафты пережили луговую стадию, и они местами засолены. Ландшафты второго рода занимают денудационные возвышенные равнины Украинского щита, Южного Урала, Северного Казахстана, Алтая, Забайкалья. В них широко развиты реликты в виде древних мезо-кайнозойских кор выветривания, где часто на поверхность выходят коренные породы. Широко распространены плейстоценовые, преимущественно карбонатные лессовидные отложения. Эти ландшафты пережили сложную историю, т.к. в районах их распространения континентальный режим существовал уже в палеогене и в неогене. В плейстоцене они не покрывались ледником. Местами на поверхность выходят реликты этих периодов - палеогеновые и неогеновые континентальные отложения и погребенные почвы.

В ледниковые периоды здесь формировалась холодная лесостепь, была развита многолетняя мерзлота, уровень грунтовых вод на плоских водоразделах стоял высоко, и эти участки местами прошли через супераквальную стадию, реликтом которой служит карбонатный горизонт в плакорных черноземах с мощным накоплением углекислой извести. К реликтам гидроморфной стадии относятся также встречающиеся в них гидроксиды железа и марганца. Контрастность степных ландшафтов второго и первого родов в связи с широким распространением покровных рыхлых отложений значительно меньше, чем в низкогорьях и мелкопочниках третьего рода, в которых фон сильно дифференцирован из-за пестроты коренных пород. Это связано с тем, что покровные лессовидные отложения четвертичного периода имеют в различных районах сходные особенности - это средний и тяжелый суглинистый гранулометрический состав, повсеместную карбонатность, слабую засоленность, определяющие близость их микроэлементного состава. Хотя плащ покровных суглинков в ландшафтах второго рода имеет небольшую мощность (в несколько метров), в фоновых условиях он практически полностью экранирует почвы от влияния подстилающих неогеновых, палеогеновых и более древних отложений коры выветривания, редко выходящей непосредственно на дневную поверхность. Пространственная структура ландшафтов второго и первого родов сравнительно однородна. В автономных условиях вершин и верхних частей склонов пологих холмов и гряд лессовидных карбонатных суглинков развиты

зональные разнотравные ко-выльные степи на типичных, обыкновенных и южных черноземах. В нижних частях склонов и депрессиях рельефа (в элювиально-аккумулятивных ландшафтах) обычно формируются ко-выльно – типчаково – полынные сообщества на карбонатных и на солонцеватых черноземах, иногда в солонцах. В западинах и балках с близким уровнем грунтовых вод или при верховодках (супераккумулятивные и супераккумулятивно - аккумулятивные ландшафты) развиты осиново-березовые колки и заболоченные луга на лугово - черноземных осолоделых, торфянисто-глеевых почвах и солодах.

АВТНОМНЫЕ ЛАНДШАФТЫ КАЛЬЦИЕВОГО КЛАССА. Черноземы на рыхлых отложениях раз-ного минералогического и химического состава отличаются главным образом уровнями со-держания микроэлементов, но сходны по характеру распределения их в почвенном профи-ле. М.А. Глазовская, В.Б. Ильин и др. считают, что полностью развитые черноземы на по-кровных отложениях европейской России, Урала, юга Западной Сибири, Северного Казах-стана и Алтая характеризуются неконтрастной радиальной дифференциацией микроэлементов из-за слабой изменчивости минералогического и гранулометрического состава почвенного профиля. Коэффициенты радиальной дифференциации большинства микроэлементов в этих почвах обычно близки к единице во всех генетических горизонтах, что отличает их от дифференцированных черноземов на массивно-кристаллических породах в мелко-сопочнике. Таким образом, для черноземов на покровных лессовидных суглинках в целом не типичны аномалии валовых форм большинства микроэлементов. Аномалии некоторых элементов в этих почвах и других подтипах черноземов в отдельных районах имеют либо рудогенный, либо техногенный генезис. Подвижные формы микроэлементов в южных черноземах распределены более контрастно по сравнению с валовыми содержаниями. Однако даже в гумусовом горизонте коэффициенты их радиальной дифференциации не превышают единицы, что указывает на слабую связь микроэлементов с органическим веществом в ще-лочной окислительной обстановке.

ЛАНДШАФТЫ СУХИХ СТЕПЕЙ. Тип сухих степей является переходным между черноземными степями и пустынями. Во многих районах это находит выражение в характере растительного покрова, в котором преобладают полынно-злаковые ассоциации (для типичных черноземных степей характерны злаковые, для северных пустынь - полынные). Между черноземными и сухими степями нет столь четких различий, как между тайгой и широколиственными лесами, переходы постепенные, например, сухие степи на темно-каштановых почвах весьма близки к южным черноземным степям. С другой стороны, между пустынями и сухими степями также имеется много общего, поэтому систематическую границу между степями и пустынями сле-дует проводить, как это предлагают некоторые географы и ботаники, внутри сухих степей, т.к. относят степи на светло-каштановых почвах к полупустыням. Уровень самоорганизации в элювиальных ландшафтах сухих степей ниже, чем в черноземных степях.

На территории России и Казахстана распространены два отдела сухих степей - континенталь-ные (Европейско-Западные, Сибирско-Казахстанские) с длительным промерзанием почв, а местами и с островной многолетней мерзлотой. В каждом отделе выделяются два семейст-ва: северное на темно-каштановых почвах с более интенсивным биком и южное на светло-каштановых почвах. Возможно, что сухие степи Армении и Тянь-Шаня следует относить к особым отделам. Для сухих степей типична комплексность почвенно-растительного покро-ва, т.к. здесь наиболее часто встречается сочетание каштановых почв с солонцами, в не- которых районах солонцы преобладают. Помимо типичных солонцов широко развиты каш-тановые солонцовые почвы. Особенно велика комплексность на плоских недренированных равнинах первого рода.

ЕВРОПЕЙСКИЕ И КАЗАХСТАНСКИЕ ЛАНДШАФТЫ СЕВЕРНЫХ СУХИХ СТЕПЕЙ. Среди них преобладают ландшафты кальциевого и кальциево-натриевого классов. Для них характерны все три рода ландшафтов.

ЛАНДШАФТЫ ТРЕТЬЕГО РОДА в складчатых областях представлены сухостепным мелкосопочником или низкогорьем. По названию горы в Мугоджарах ландшафты получили название

Кучукбайские. Выделяется несколько видов - на гранитоидах, основных эффузивах, сланцах, известняках и других породах. КУЧУКБАЙСКИЕ ЛАНДШАФТЫ распространены на участках, где активно проявились неотектонические поднятия и смыв пород явно преобладает над их аккумуляцией. На вершинах и крутых склонах сопок здесь обнажаются скальные породы, которые покрыты накипными лишайниками, выполняющими функции первых агентов выветривания и создающие мелкозем первичных почв. На менее крутых склонах преобладают мало мощные щебнисто-мелкоземистые почвы, где коричневый горизонт книзу сменяется обызвесткованным щебнем, переходящим в трещиноватую коренную породу. Мощность почвенного профиля часто не превышает 0,3 – 0,5 м. Таким образом, на склонах почва является корой выветривания. Растительный покров этих каменистых степей представлен петрофитами, наряду с травами широко распространены кустарники. Такие элементарные ландшафты относятся к кальциевому классу. Для более пологих склонов с полынно-злаковой растительностью характерны щебнисто-суглинистые или щебнисто-супесчаные плащи, в них выше процент мелкозема, каштановая почва имеет более развитый профиль, нередко содержит иллювиальный солонцеватый горизонт, который к низу переходит в белесый карбонатный. В этом случае почва, как правило, отделяется от склоновых отложений, мощность которых все же не превышает 3 – 5 м. М.А. Глазовская считает, что полыни степей Казахстана являются выходцами из Средиземноморья, их виды формировались на засоленных морских побережьях палеоген-неогеновых морей и поглощали много натрия. Закрепленное наследственностью, это свойство обусловило высокое содержание натрия в золе, хотя теперь полыни растут и в элювиальных условиях на субстратах, бедных подвижным натрием. При разложении растительных остатков некоторое количество натрия входит в поглощающий комплекс, обеспечивая солонцеватость почв. Подобные элементарные ландшафты относятся к кальциево-натриевому классу. Роль натрия в бике и почвенных процессах значительна, рН горизонта (B) каштановых солонцеватых почв нередко достигает 8 – 8,5 м.

Иные условия в сухих степях Тянь-Шаня, где элювиальные почвы не солонцеваты, почти не содержат натрия в поглощающем комплексе. В золе растительности этих степей, в частности, в местных видах полыни, содержится мало натрия и много кальция. М.А. Глазовская подчеркивает, что полыни и другие виды трав сухих степей внутреннего Тянь-Шаня являются выходцами из Центральной Азии. В прошлом это нагорные ксерофиты, и понятно, что состав их золы отражает условия автономных степных ландшафтов, где почвы богаты кальцием и бедны натрием. Возможно, что этими же причинами объясняется незначительное распространение солонцеватых почв в сухих степях Монголии. Таким образом, в сухих степях Казахстана преобладают ландшафты кальциево-натриевого класса, а в сухих степях Центральной Азии, Восточной Сибири и Тянь-Шаня, только ландшафты кальциевого класса.

Лога Кучукбайских ландшафтов выложена суглинками и супесями со щебнем, образовавшись за счет размыва и переотложения рыхлого материала склонов. Маломощный овражный аллювий плохо отсортирован и относится к кальциевому классу. Лога обычно заполняется водой только в короткие периоды снеготаяния или после сильных ливней, подавляющую часть года они сухие, грунтовые воды в них отсутствуют. Однако днища логов увлажняются лучше, чем склоны, запасы воды в них больше, растительный покров богаче, травы

гуще (много злаков, кустарников). Почвы здесь часто выщелочены от карбонатов. Элемен-тарные ландшафты сухих логов относятся к кальциевому классу. Разгрузка грунтовых вод местного стока из зоны трещин обычно происходит по разломам, кроме того, нередко по ним разгружаются и воды регионального стока или еще более глубокие напорные воды. По составу они пресные гидрокарбонатные, реже гидрокарбонат-но-сульфатные. Если формирование вод связано с биком и карбонатной корой выветривания, где среди катионов преобладает кальций. Если в ландшафте мощность карбонатной коры очень мала, или воды длительно циркулируют по разломам, то они приобретают иной состав, за счет взаимодействия с коренными породами магматического, метаморфического или осадочного происхождения. Нередко эти воды бывают гидрокарбонатно-натриевые. В долинах рек, русла которых заполняются водой только весной, где образуются постоянные плёсы и омуты, в истоках развиты луга, болота и небольшие рощи. В Мугоджарах и Центральном Казахстане это обычно березовые рощи, т.е. «колки» - реликты четвертичной лесостепи. По данным С.И. Сотниковой, в Мугоджарах водная и болотная растительность, в таких долин, концентрирует марганец, реже встречается железо в кувшинках, также обнаружено олово в рдесте. Как и в луговых степях, марганец здесь подвижнее железа. По данным М.М. Ермалаева, в сухих степях Орского Зауралья в почвах луговых и болотных ландшафтов концентрируется никель, цинк, медь, образующие безрудные аномалии. К зонам разлома приурочены и солончаки. Вода, питающая солончак, может быть пресной, а засоляется она часто около поверхности. Учитывая важность водоснабжения в сухих степях, необходимо обратить внимание на линейное засоление в зонах разлома. При бурении скважин на таких участках может быть найдена на глубине хорошая пресная вода.

ЛАНДШАФТЫ ВТОРОГО РОДА характерны для территорий Ергеней, Приволжской возвышенности, Общего Сырта, Мугоджар, Казахской складчатой страны. Среди них резко различаются ландшафты складчатых и платформенных областей. В складчатых областях выделяют КАИНДИНСКИЕ ЛАНДШАФТЫ (получившие название от реки протекающей в Мугоджарах), которые включают в себя несколько видов. Это пенеплены, сложенные изверженными и метаморфическими породами с ранней мезозойской и мело-палеогенной корой выветривания, с широкими древними долинами, выполненными осадочными отложениями. В

Каиндинских ландшафтах ковыль и типчак, как правило, не концентрируют медь, в то время как некоторые полыни, биюргун и другие травы и кустарники на солонцеватых и за-солонных почвах накапливают этот металл. Вероятно, в прошлом на поверхности пенеплена были развиты луговые и солончаковые ландшафты, рассоление которых привело к формированию сильно солонцеватых каштановых почв с реликтовым гипсовым горизонтом. Понижение рельефа в Каиндинских ландшафтах представляют собой древние долины, выполненные континентальными мезо-кайнозойскими отложениями с ландшафтом сухой солонцеватой каштановой степи или типичными солонцами. По дну долин обычно петляет сухое русло или небольшая речка, размеры которых явно не соответствуют размерам долины. Грунтовые воды часто залегают на большой глубине, однако в более крупных долинах имеется горизонт грунтовых вод, который связан с лугово-солончаковыми и лугово-солонцовыми ландшафтами. С поверхности древняя кора нередко перекрыта маломощными четвертичными отложениями, на которых сформировалась каштановая почва.

Каиндинские ландшафты значительно разнообразнее, чем Кучукбайские т.к. здесь на много сложнее история развития и они старше по возрасту. Имеются такие виды, где на водоразделах преобладает площадная древняя кора выветривания, и виды, где она полностью смыта и лишь местами встречается линейная кора выветривания. В

древних долинах одних ландшафтов на поверхности залегают неогеновые глины, а в других ландшафтах, они перекрыты маломощными четвертичными отложениями. ЛАНДШАФТЫ ПЕРВОГО РОДА развиты на равнинных рельефах, сложенные мощной толщей осадочных пород - это Прикаспийская и Причерноморская низменности, Тургайская впадина, Северный Казахстан и др. Северные сухие степи первого рода отличаются от Каиндинских ландшафтов тем, что в их миграции микроэлементов вовлечены морские соли осадочных пород, поэтому здесь особенно много солончаков, солонцов и соленых озер. Темно-каштановые почвы солонцеваты, здесь роль натрия повышена по сравнению с ландшафтами складчатых областей.

ЛАНДШАФТЫ ЮЖНЫХ СУХИХ СТЕПЕЙ отличаются более сухим климатом и, соответственно, меньшей интенсивностью бика, меньшим накоплением гумуса, более слабым стоком и широким развитием светло-каштановых почв. Подзона южных сухих степей в России и Казахстане простирается от Прикаспийской низменности до Зайсанской котловины и характеризуется наибольшим распространением солонцового процесса. Здесь много типичных солонцов, почти все светло-каштановые почвы солонцеваты. Систематика южного семейства аналогична северному, здесь имеются аналоги Кучукбайских и Каиндинских ландшафтов. Во впадинах, окруженных гранитными массивами, широко распространены полимиктовые песчаные отложения. При их выветривании происходит мобилизация натрия, на осушенных берегах озерных впадин, где преобладают солонцы с анионофильной специализацией видов сложноцветных и маревых растений. В ландшафтах эолово-аккумулятивных равнин Жайиль-минской впадины на территории, в юго-восточной части Центрального Казахстана, в подчиненных содово-солончаковых почвах накапливается бора в 4,5 раза больше, чем в почвах автономных ландшафтов. В солонцах по периферии озерных впадин накапливается хром, селен, ванадий, а в донных осадках соленых озер собирается бериллий, молибден, скандий. Важнейшая проблема развития сельского хозяйства в северных и южных сухих степях заключается в преодолении дефицита воды для орошения выращиваемых культур. По этому здесь происходит экономное расходование влаги атмосферных осадков (снегозадержание и т.д.), использование наиболее засухоустойчивых сортов культурных растений. Однако полное решение проблемы земледелия заключается в искусственном орошении земель для выращивания культурных растений.

ЛАНДШАФТЫ СУБТРОПИЧЕСКИХ СТЕПЕЙ широко распространены в Передней Азии и Северной Африке, и лишь наиболее северные их представители характерны для Средней Азии и Закавказья. Они условно относятся к одному отделу, включающему в себя три семейства. Эти степи хорошо изучены в Средней Азии на равнинах, примыкающих к Тянь-Шаню, Памиро-Алаю, Паропамизу и Копетдагу, а также в их предгорьях. Климат здесь имеет ряд средиземноморских черт, т.е. лето еще более жаркое и сухое, чем в сухих каштановых степях, зима и весна влажные, морозы неустойчивые и зимой возможна вегетация растительности, что указывает на субтропические черты. Годовое количество осадков 200-250 мм. В весенние месяцы (март-апрель) стоит теплая влажная дождливая погода, сероземная почва покрыта густым сомкнутым покровом разнообразных трав - эфемероидов и эфемеров, ландшафт производит впечатление пышного луга. После окончания майских весенних дождей травы полностью выгорают, и местность до следующей весны принимает пустынный облик. А.Н. Розанов (почвовед) и Е.П. Коровин (геоботаник) доказали, что «лессовые пустыни» Средней Азии являются не крайним аридным членом бореального пояса, а относятся к ландшафтам сухого Средиземноморья, т.е. субтропическому поясу, они резко отличаются от северных пустынь и сухих степей Казахстана. Весной на лессовых равнинах и предгорьях Средней Азии сочетаются

достаточно высокие температуры и хорошее увлажнение, именно в это время здесь энергично протекает бик, замирающий летом. Согласно А.Н. Розанову, весной интенсивно минерализуются растительные остатки и в почве не накапливается гумус. Отметим, что светлая окраска сероземов связана не только с низким содержанием гумуса, но и с фульватным его составом. По М.А. Глазовской, сероземы являются фульватными ксеро-карбонатными почвами. Следовательно, низкое содержание гумуса говорит не о малом количестве растительных остатков, а об интенсивности и полноте их разложения. Для субтропических степей характерно резкое преобладание окислительных условий в почвах, окислительно-восстановительная зональность в них ближе к пустыням, чем к черноземным степям. Высокое содержание углекислой извести благоприятствует агрегации почвенных частиц, в связи с чем эффекты оглинения выражены неотчетливо. Для субтропических степей особенно характерны ландшафты кальциевого класса, а не кальциево-натриевого, как в сухих степях и пустынях. Грунтовые воды в автономных ландшафтах равнин формируются под влиянием испарительной концентрации, местами они высоко минерализованы и имеют сульфатный хлоридно-натриевый состав. При близком залегании от поверхности они засоляют почву, кроме этого встречаются и соляные озера. Состав грунтовых вод и микроэлементы подчиненных ландшафтов здесь те же, что и в пустынях и в сухих степях. Следовательно, по полноте разложения растительных остатков, особенностям летнего периода и водной миграции в подчиненных ландшафтах, низкотравные субтропические степи аналогичны пустыням, а по процессам образования живого вещества, протекающим в весенний период, резко отличаются от пустынь. Субтропические степи Средней Азии включают три семейства: с наименее интенсивным биком в самых засушливых пустынных субтропических степях, лежащих на светлых сероземах; со средним биком, расположенные на типичных сероземах; и с биком максимальной интенсивности - это крупнотравные субтропические степи, находятся на темных сероземах, коричневых и других почвах. В Средней Азии эти семейства последовательно сменяют друг друга в высотной поясности. Например, в Гиссарском хребте граница между светлыми и типичными сероземами располагается на высоте 500 - 600 м. в этом семействе преобладают ландшафты кальциевого класса, они характерны для лессовых равнин, предгорий и низких гор.

НУРАТИНСКИЕ ЛАНДШАФТЫ представляют собой кальциевые субтропические степи третьего рода, с сильно расчлененным рельефом, энергичным водообменом, с малой мощностью склоновых отложений, щебнистыми почвами, с выходом скальных пород, покрытых накипными лишайниками. В геоморфологическом отношении Нуратинские ландшафты являются аналогом Кучукбайских и прочих низкогорных аридных ландшафтов.

КАРАБИЛЬСКИЕ ЛАНДШАФТЫ называются кальциевыми субтропическими степями второго рода, которые расчленены возвышенностями. К ним относится значительная часть холмистых возвышенностей Карабиль и Бадхыз на юге Туркмении, Приташкентские Чули, холмистые лессовые степи западнее г. Самарканда (их называют Джамский проход) и др.

Высокое содержание карбонатов в сероземах, низкое содержание гумуса, непромывной окислительный режим, малая содовость почв характерно для этих ландшафтов. По данным М.А. Глазовской, в фисташковых полусаваннах Бадхыза, почвы северных склонов более гумусные, чем на склонах южной экспозиции. За 300 - 400 лет существования дерева фисташки под кроной, которого сформировались темные сероземы, с мощным гумусовым горизонтом, содержащим гумуса и молибдена в 1,5 - 3,0 раза больше, чем в сероземах между кроновыми пространствами. По данным М.А. Глазовской, травянистые растения Бадхыза из макроэлементов наиболее

интенсивно поглощают из почв фосфор (мятлик, кузиния, астрагалы) и калий (астрагалы, сизая полынь, верблюжья колючка, ирис, ферула, шалфей), причем калий повсеместно преобладает над кальцием. Среди микроэлементов активно поглощаются травами стронций (ферула, дельфиниум) и медь (ферула, кузиния, астрагалы), в меньшей степени свинец, никель, барий, серебро, цинк, дерево фисташки - серебро и олово. Отличительной особенностью растений субтропических степей является очень слабое накопление марганца, который мало подвижен в щелочных окислительных условиях.

ДАЛЬВЕРЗИНСКИЕ ЛАНДШАФТЫ - это субтропические сероземные равнины первого рода, преимущественно аллювиальные и пролювиальные, сложенные лессами. Здесь, как правило, неглубоко от поверхности залегают грунтовые воды, часто солоноватые. В депрессиях рельефа развиты солончаки. В прошлом эти ландшафты пережили супераквальную стадию - луговую, болотную, солончаковую, реликтами которой служат следы оглеения, солевые и гип-совые горизонты на глубине нескольких метров. Орошение коренным образом преобразовало природу этих ландшафтов, т.е. превратило их в культурные ландшафты - оазисы (Ташкентский, Голодностепский, Самаркандский, Каршинский и пр.)

ЛЕКЦИЯ XIX. АЛЬПИЙСКИЕ ГОРНО - ЛУГОВЫЕ ЛАНДШАФТЫ.

Сущность горно - луговых ландшафтов становится понятной при сравнении их с другими ландшафтами такими как: степной, таёжный и тундровый, характеристики которых рассмотрены в табл. 6.3.

По показателям биомассы (Б), ежегодной продуктивности (П) и значениям коэффициента (К) горные луга ближе всего к луговым черноземным степям, и это определяет их нахождение в группе Б. В горно - луговых ландшафтах разложение органических веществ, напротив, протекает медленнее, чем в степях, потому что в почвах развиты менее окислительные условия, так как окислительно-восстановительная зональность иная. Подобная двойственность би-ка – главная особенность горно-луговых ландшафтов.

В этом типе ландшафтов по степени континентальности можно выделить несколько отделов: приокеанические, умеренно-континентальные, резко - континентальные горные луга. На Кавказе, территории России, характерен умеренно-континентальный отдел. Центральное положение в нем занимает альпийское семейство с низкотравными лугами. В более теплом климате развито субальпийское семейство с высоко травными лугами и большей биомассой. Так же здесь выделяются два основных класса - кислый и переходный (от кислого к кальциево-му). Каждый из них включает все три рода, но первый род – плоские равнины, мало характерен, хотя и встречается на древних поверхностях выравнивания, где чаще на этих поверхностях формируются ландшафты второго рода. Наиболее характерен для этих ландшафтов третий род. Число видов велико, причем преобладают ландшафты на геосинклинальных формациях. Во многих горных странах широко распространены флиш и флишoidные формации.

Таблица 6.3.

Биологический круговорот в горных лугах, тундре, тайге и степях (по Н.С. Касимову)

Характеристики бика	Ландшафты				
	горные луга	тундра	тайга	луговые черноземные степи	сухие степи
<i>А. Показатели, сближающие горные луга с черноземными степями</i>					

Биомасса (Б), ц/га	250	280	1000-30	250	140
Ежегодная продукция (П), ц/га	120	25	40-75	130	50
$\frac{lgП}{K=lgБ}$	0,81	0,56	0.53-0,5	0,88	0,79
<i>Б. Показатели, сближающие горные луга с тайгой и тундрой</i>					
Реакция в верхнем горизонте почв	кислая	кислая	кислая	слабокислая, нейтральная	нейтральная слабощелочная
Скорость разложения растительных остатков	медленная	очень медленная	медленная	быстрая	очень быстрая
Окислительно-восстановительные условия в элювиальных почвах	слабоокислительные периодические глеевые	глеевые, слабоокислительные	слабоокислительные периодические глеевые	окислительные слабоокислительные	окислительные
Фактор, лимитирующий бик	тепло	тепло	тепло	увлажнение	увлажнение
Гуминовые кислоты/ фульвокислоты	< 1	< 1	< 1	> 1	> 1

Альпийские луга располагаются обычно на высотах более 2000 м (на Западном Кавказе на высоте 2000 – 3000 м) в холодном и влажном климате высокогорий. Прохладное лето исключает возможность произрастания деревьев. Местами средняя температура июля не поднимается выше 4*С. Количество осадков превышает испаряемость, организмы хорошо обеспечены влагой, растительность носит мезофильный характер. Бик лимитируется недостатком тепла, по этому признаку горные луга ближе к тайге и тундре, чем к степям. Разреженная атмосфера и связанная с этим большая роль ультрафиолетовых лучей определяют специфические особенности биогенной аккумуляции и, в частности, фотосинтеза. Воздух высокогорий содержит меньше углекислого газа, чем на равнинах, и, следовательно, условия воздушного питания растений здесь хуже. Большое влияние на бик оказывает сильное испарение с поверхности, резкая смена температур в течение суток, значительное нагревание почвы по сравнению с воздухом, мощный снеговой покров и длительный зимний период, длящийся 6 – 10 месяцев. Сравнительно частые грозы повышают содержание озона в атмосфере и тем самым усиливают окислительные реакции.

В биомассе альпийских лугов преобладают многолетние травы. Скалы обычно покрыты накипными лишайниками, которые здесь являются первыми видимыми агентами выветривания и почвообразования. Завоевание скал лишайниками происходит медленно. Наблюдения ученых на Кавказе показали, что у основания ледника Шхельды на моренных глыбах (границы тоиды) лишайники почти отсутствуют.

На той же высоте камни на луговых склонах сплошь покрыты разноцветными накипными лишайниками. Это говорит о молодости морены, которую еще не успели заселить лишайники.

Почвы на скальных породах имеют малую мощность, щебень часто залегает на глубине первых десятков сантиметров, почва и кора выветривания практически совпадают. Вероятно, и в горно-луговых ландшафтах почвенный мелкозем частично образуется за счет разложения растительных остатков.

ЛАНДШАФТЫ КИСЛОГО КЛАССА развиты на бескарбонатных породах, на которых формируются сильнокислые выщелоченные дерновые почвы. Местами в нижних горизонтах почв развивается оглеение. Слабо окислительная среда, по-видимому, развита повсеместно. Состав грунтовых вод, поступающих из трещин в горных породах, в элювиальном и трансэлювиальном ландшафте формируются за счет бика и взаимодействия с горными породами. Кислая среда в почве быстро сменяется на нейтральную, в обломочном элювии, поэтому вода здесь нейтральная или слабо кислая. Она мало минерализованная, ультрапресная, преимущественно гидрокарбонатно-кальциевая, иногда с повышенным содержанием магния.

АЛЬПИЙСКИЕ ЛАНДШАФТЫ переходного класса широко распространены на Кавказе. Они лежат на известняках, доломитах, мергелях и других карбонатных породах. Почвы обычно содержат обломки карбонатных пород, вокруг которых локально создается нейтральная среда, Однако в целом почвенный мелкозем кислый, т.к. на бик оказывает сильное влияние горные породы, поэтому в почве возникает неравновесная щелочно-кислотная обстановка, т.е. в одном и том же горизонте развиты кислая и нейтральная среды. Неустойчивость CaCO_3 приводит к тому, что бикарбонатные растворы покидают почву, поэтому иллювиальный карбонатный горизонт не образуется. Однако эти ландшафты богаче кальцием, здесь рН выше и организмы лучше обеспечены кальцием, чем в кислых ландшафтах, поэтому среди трав больше кальциефилов.

В формировании гидрокарбонатно-кальциевого состава грунтовых вод, просачивающихся через трещины горных пород, важную роль играют процессы растворения кальцита и доломита. Вода здесь более минерализована, чем в кислом классе, ультрапресных вод нет.

Горные луга представляют собой прекрасные пастбища, т.к. травы здесь богаты азотом, фосфором и другими питательными элементами.

ПУСТЫННЫЕ ЛАНДШАФТЫ.

Климат пустынь можно рассматривать как результат деградации (иссушения) различных климатов, в котором сохраняется режим атмосферных осадков исходного климата (Э. Мар-тонн). Известны пустыни с зимним максимумом осадков и отсутствием осадков в летний период, напоминающие по режиму осадков, районы со средиземноморским климатом (Сирия, Ирак, Средняя Азия), пустыни, где осадки более или менее равномерно распределяются по временам года, аналогично влажному климату Казахстана, пустыни с летним максимумом осадков, как в муссонных областях Гоби. Общим для всех пустынь является малое абсолютное количество осадков. Понятие о пустынной деградации можно распространить и на ландшафт в целом. Пустыни - это ландшафт с ослабленными биотическими и водными связями, но с интенсивными прямыми воздушными связями. Все это уменьшает централизацию, упорядоченность, самоорганизацию и устойчивость ландшафта.

Для пустынь характерны своеобразные саксауловые леса, травянистые, кустарниковые и полукустарниковые сообщества. Это позволяет рассматривать различные пустыни как результат уменьшения (Б) и (П) деградации лессов, степей, лугов и саванн. Пустынная деградация связана не только с иссушением климата, но и с похолоданием

(полярные пустыни) и засоленнее (солонцы и солончаки в степях). Биомасса в пустынях обычно составляет 10–15 ц/га, но может достигать 300 ц/га – это больше, чем в черноземных степях). Ежегодная продукция чаще всего колеблется в пределах 5–15 ц/га, в саксауловых пустынях возрастает до 50 ц/га. Видовое разнообразие в пустынях почти вдвое меньше, чем в степях. Для пустынной флоры характерна интенсивная биогенная аккумуляция натрия, хлора, серы, а также калия и фосфора, причем первые три элемента накапливаются в надземных частях растения, а два последних в корнях. Щелочные и щелочноземельные металлы вовлекаются в бик энергичнее, чем в степях. Галофиты отличаются высоким содержанием калия, хлора и натрия, иногда серы и магния. По абсолютному количеству растительного опада и отношению опада к биомассе, пустыни не отличаются от других типов ландшафтов (например, в эфемерово – полынных пустынях масса опада такая же, как и в лесах). Специфична для пустынь, это ничтожная роль, зеленых однолетних растений, участвующих в бике. В резко окислительной среде пустынь, разложение их остатков протекает интенсивно, органические вещества быстро минерализуются и гумус почти не накапливается. Этим пустыни отличаются от черноземных степей, лесов и тундры. Древесные остатки, напротив, сохраняются долго, консервируясь в сухом климате, но не гумифицируясь. Согласно Н.И. Базилевичу и Л.Е. Родину, в бике пустынь преобладает азотный тип при значительном участии хлора и серы, а в солончаковых пустынях – хлоридный тип. Таким образом, в пустынях бик протекает быстро, т.к. зеленая органическая масса невелика, органические вещества или минерализуются, или консервируются, но почти не гумифицируются. В южной части Казахстана располагается последняя из относящихся к умеренному поясу – зона северных пустынь, или северные пустыни умеренного пояса. Для этих ландшафтов характерно то, что органический мир существует и развивается здесь в крайне неблагоприятных, по существу губительных температурных условиях и при недостатке влаги во все сезоны года. Из-за этого растительный покров очень разрежен, т.к. количество поселяющихся на определенной площади растений определяется количеством просачивающейся в почву влаги. В северных пустынях количество осадков ничтожно 100–200 мм в год, что при сравнительно равномерном распределении их по сезонам и большом нагреве поверхности служит явно отрицательным фактором. Интенсивные процессы физического (инсоляционного) выветривания являются важным фактором рельефа образования в пустыне. В понижениях встречаются солончаки и такыры – плоские глинистые поверхности, расчлененные трещинами, которые образуют небольшие многоугольники наподобие брусчатки. Среди ландшафтов северных пустынь выделяются: ландшафты глинистых полынных и солянково – полынных пустынь, которые занимают большую часть Устюрта и западную половину пустыни Бетпак – Дала); ландшафты песчаных пустынь расположились на территории Большие и Малые Барсуки. Приаральские Каракумы, Мойынкум, Прибалхашские пески, где на сыпучем, подвижном субстрате приспособились к произрастанию специфичные, так называемые псаммофитные растения; ландшафты каменистых (щебнистых) пустынь со скоплениями гипса в глубине почвенного горизонта и со специфической гипсофитной растительностью распространены на юго – восточной части Устюрта, и на восточной части пустыни Бетпак – Дала; ландшафты солончаковых пустынь с редко растущими кустиками различных солянок распространены сравнительно небольшими пятнами и более значительными территориями по северо – восточному побережью Каспийского моря. Наиболее благоприятные условия для растений возникают в песчаных пустынях, в связи с лучшей обеспеченностью водой корне-обитаемого слоя почвы. Здесь растут разнообразные псаммофитные кустарники (джузгуны, песчаная акация) и даже есть деревца саксаула, травянистый псаммофит представляет сел-ин. На

закрепленных растениями песках растет житняк сибирский или эркек, терескен, песчаная и серая полыни. Специфичен и животный мир песчаных пустынь. Здесь обитают тон-копалый суслик, песчанки, мохноногий тушканчик, пегая землеройка, в большом количестве заяц – толай и ушастый ёж. Из птиц характерны саксаульная сойка, пустынная славка, из пресмыкающихся многочисленные ящерицы (ушастая, круглоголовка, агама и др.). Встречаются в песках сайгаки и джейраны, но они обитают и в глинистых и в каменистых пустынях, перекачевывая в пески главным образом на зиму. Прежде встречался в северных пустынях и кулан.

Южная половина среднеазиатских пустынь относится к субтропическому поясу и образует зоону южных пустынь или пустынь субтропического пояса, где температура воздуха выше, чем в северных пустынях и достигает абсолютного максимума +50*С - это наблюдалось в Репе-текском заповеднике, в Юго-Восточных Каракумах, в Термезе на Амударье. Еще выше нагревается поверхность песка, в этих ландшафтах, температура, доходит до отметки +80*С. Испарение с водной поверхности водоемов в несколько раз превышает годовое количество осадков, которое составляет 100 - 200 мм в год. Осадки здесь распределяются не так равномерно по сезонам, как в зоне северных пустынь.

В весенние месяцы (март – апрель), когда температура еще невелика, создаются благоприятные условия для произрастания растений и жизни животных.

В песчаных пустынях, там где пески закреплены растительностью, также развивается эфемерный покров, главным образом из песчаной осоки и живородящего мятлика. К ландшафтам южных пустынь относятся самые крупные массивы Средней Азии - это Каракумы и Кызылкум. Здесь такая же растительность как и в северных песчаных пустынях, но гораздо богаче, чем в других пустынях. Животный мир такой же, как и в северных пустынях, только здесь добавляется серый варан – ящерица длиной до 1,5 м, ядовитая змея - песчаная эфа, а из птиц - воробей Зарудного.

Ландшафты каменистых, галечниковых и щебнистых пустынь этой зоны поражают бедностью органической жизни. Например, на конусе выноса р. Исфары в Ферганской котловине, где распространены совершенно голые серые пространства галечника, покрытого «пустынным загаром». В почвах этих пустынь, как и в северных на глубине есть гипсовый горизонт, который определяет специфику очень редких растительных форм. Пятнами распространены столь же бедные растительными видами солончаки и такыры (у подножия Копетдага они занимают значительные пространства).

ЛАНДШАФТЫ ЗАРУБЕЖНЫХ ПУСТЫНЬ УМЕРЕННОГО ПОЯСА, как правило, внутри материковые и граничат с крупными горными системами или окружены кольцом горных сооружений, с которыми тесно связаны древние аллювиальные и озерные равнины, покрытые мощными толщами рыхлых отложений. Пустыни занимают практически всю Центральную Азию и внутренние нагорья Северной Америки - западную часть Колумбийского плато и Большой Бас-сейн. Эти пустыни до некоторой степени сходны с нашими средне-азиатскими, но отличаются от них, особенно в Центральной Азии, большими абсолютными высотами. Пустыни здесь довольно разнообразные - песчаные, песчано-галечниковые, щебнистые, каменистые, глинистые, лессовые и солончаковые. Для территорий центрально-азиатских пустынь типично развитие солевых кор. При скудности стока поверхностных вод, для многих пустынь характерны обильные подземные воды, которые иногда выходят на поверхность, образуя небольшие пресные или солонцеватые озера с богатой луговой растительностью (цайдамы). Растительность пустынь скудна, хотя и разнообразна в видовом отношении. На песчано-галечниковых равнинах (гоби) преобладает разреженная мелко кустарниковая и полукустарниковая гипсофильная растительность. Очень беден растительный покров на барханных песках, который

увлажняется только атмосферными осадками, зато значительно богаче он в понижениях с близким от поверхности горизонтом грунтовых вод. Наиболее распространенным типом се-верных американских пустынь являются полынные (из черной полыни) с серо-бурыми поч-вами. Самые безжизненные из пустынь Центральной Азии - предгорные равнины Куьлуныя в Таримской впадине и песчано-галечниковые гоби Бэйшаня. Почвы здесь предельно иссуше-ны, вследствие этого растительность отсутствует. Горные породы покрыты блестящей на солнце корой пустынного загара и производят мрачное впечатление. Котловины и сухие до-лины заполнены обильно древесиной и щебнем. В эти места не заходят ни дикие живот-ные ни люди.

. ЛАНДШАФТЫ ПОЛЯРНЫХ ПУСТЫНЬ.

Они распространены на Земле Франца – Иосифа и на других арктических островах, в Арк-тике. По данным Н.И. Базилевича, фитомасса полярной пустыни составляет 50 ц/га, а еже-годная продукция - 10 ц/га. Формирование пустынного загара, т.е. образование железистых и марганцевистых пленок на поверхности пород, новообразований карбонатов кальция, гипса и легко растворимых солей сближает полярные пустыни с пустынями умеренного и тропического поясов. Резкий термический режим, вечная мерзлота, нахождение птиц (особенно важна их роль в бике), а также преобладание лишайников и водорослей, созда-ет значительное накопление гумуса в некоторых почвах, а в озерах образования сапропеля. Все это придает полярным пустыням некоторое своеобразие.

Ледяная зона характеризуется исключительной суровостью природы. На Земле Франца-Иоси-фа, Северной Земле и Новой Земле большие площади заняты ледниками, На просторах, сво-бодных от ледников, в арктической пустыне, чуть ли не круглый год лежит снежный «сез-онный» покров. Летом, когда он сходит, энергично идут процессы морозного выветривания, и на поверхности земли растапливаются крупнообломочные отложения. Грунты вспучиваются и начинают течь, т.е. проявляется процесс солифлюкции. Процесс объясняется тем, что близко под грунтами залегает вечная мерзлота. Образуются морозобойные трещины. Повер-хность почвогрунтов расчленяется трещинами на более или менее правильные многоуголь-ники, иногда валиками из не окатанных камней, такие участки получили название «полиго-нальные почвы». Оттаивание вечной мерзлоты, в которую заключены погребенные льды, приводит к образованию провалов и впадин, в которых образуются озера. Эти явления так называемого термокарста, характерны для южных частей зоны, они широко распространены на Новосибирских островах. В редком и бедном растительном покрове арктической пустыни господствуют мхи, лишайни-ки и некоторые виды типично арктических цветковых, главным образом травянистых расте-ний. На юге зоны встречаются приземистые кустарнички - полярные и арктические ивы. В арктической пустыне обитают песец, белый медведь, лемминг, редко встречается северный олень, но ни лемминга, ни северного оленя нет на Земле Франца-Иосифа. На скалистых берегах островов, особенно на островах Франца – Иосифа и на западном побережье Новой Земли, летом колониями гнездятся морские птицы, образуя «птичьи базары». В ледяной зоне промышляют на песца, птиц, морских животных, местами на дикого северного оленя, из-за этого численность многих животных сокращается, поэтому для охраны редких живот-ных на севере полуострова Таймыр и на о. Врангеля организованы заповедники.

В Антарктике тоже могут быть выделены ландшафты полярных пустынь. Здесь поверхность материковых льдов находится на больших абсолютных высотах (до 3200 - 4000 м), и вслед-ствие высотной зональности зимой здесь создаются исключительно суровые температурные условия, т.к. абсолютные минимумы температуры на поверхности земного шара – минус 87,9*С. На уровне моря в наиболее суровых районах полярных пустынь температура самого холодного

месяца опускается до минус 40*С Естественно, что в условиях полярных пустынь повсюду развита вечная мерзлота. Физическое (морозное и термическое) выветривание про-исходит очень интенсивно. Типичны эоловые (ветровые) процессы, которые приводят к об-разованию в скалах ячей и ниш выдувания. Живые организмы в полярных пустынях, как и в жарких, находятся на пределе выживания. Растительный покров, разреженный и фрагмен-тальный, характеризуется исключительной бедностью и угнетенностью. Растительный мир представлен преимущественно бактериями, микроскопическими грибами и водорослями, лишайниками, мхами. Из-за бедности растительности в типичных полярных пустынях нет млекопитающихся, которые имели бы пищевые связи с сушей, редки сухопутные птицы (в Антарктике их нет вообще), нет пресмыкающихся и земноводных, отсутствуют и пресно-водные рыбы. Животные в основном представлены простейшими - коловратками, немато-дами, клещами, примитивными насекомыми - ногохвостками и двукрылыми. Мелкие рако-образные встречаются в водоемах. Насекомые или бескрылые в Антарктиде почти не лета-ют из-за низких температур воздуха. Довольно богат мир животных, трофически связанных с морем, особенно птиц. Морские птицы на берегах образуют крупные колонии, но с сушей они связаны только в короткий гнездовой период, летом. В фауне Антарктики присутствуют: странствующий альбатрос, капский голубок, морской лев, королевский пингвин, золотоволос-ный пингвин, морской леопард, пингвин адели, качурка, тюлень Росса, короткохвостый по-морник, южный морской котик, ныряющий буревестник и тюлень Уэдделла.

ЛАНДШАФТЫ ВЫСОКО-ГОРНЫХ ПУСТЫНЬ (тибетско – памирские).

Они распространены в Азии на высотах 3000 – 4000 м (Тибет, Восточный Памир, наиболее высокие сырты Тянь – Шаня). Сильная инсоляция и испарение в сочетании с ничтожным количеством осадков (местами менее 100 мм в год) создают исключительную сухость кли-мата, при которой происходит формирование пустынных ландшафтов. Бик определяется своеобразием климатических условий. Фотосинтез растений здесь протекает с более высокой интенсивностью, чем в умеренной зоне. Из сообщений И.Ф. Грибовской и др., в терескеновых и поlynных пустынях Памира фито масса колеблется от 65 до 220 ц/га, т.е. она больше, чем в типичных пустынях. Отмечена концентрация растениями стронция, моли-бдена, марганца, меди и свинца. Образование и накопление крахмала замедленно, в связи с чем в растениях много сахаров. Интенсивен синтез белков, хотя валовое содержание азота в травах невелико. Активен также синтез аскорбиновой кислоты. Все это определяет высо-кое качество кормов и имеет важное значение для диких и домашних животных. В отличие от жарких пустынь разложение остатков в холодном климате протекает медленно. По дан- ным М.А. Глазовской, на сыртах Тянь-Шаня выветривание протекает по карбонатному типу, в почвах и коре выветривания накапливается CaCO₃, рН почв и вод больше 7. Разреженная травянистая и кустарниковая растительность высоко горных пустынь способствует накопле-нию в верхних горизонтах кальция, фосфора и серы. В условиях низкой температуры нат-рий выпадает в виде трудно растворимой соли, поэтому при испарительной концентрации кальций и магний опережают натрий, в депрессиях рельефа формируются хлоридные солон-чаки и соленые озера. В илах озер развита десульфуризация, в атмосферу выделяется серо-водород, что находит отражение в топонимике, т.е. в названии озера Сасыккуль - «вонючее озеро». Широко распространены мерзлотные явления, солифлюкация, местами здесь встре-чается многолетняя мерзлота. Резко дефицитны кислород, который вызывает «горную бо-лезнь» и иод приводящий к эндемическому зобу.

ЛАНДШАФТЫ ЗАРУБЕЖНЫХ ВЫСОКОГОРНЫХ ПУСТЫНЬ ТИБЕТА. Климат этого величайшего в мире нагорья, поднятого на огромную высоту 5000 - 6000 м необыкновенно суров. Здесь октябрь является зимним месяцем, когда резко понижается температура, замерзают поверхностные воды, дуют холодные ветры, а зимой настолько сухо, что выпавший снег быстро испаряется, не смочив почвы. Поэтому зимние ветры часто поднимают пыльные бури. Весна поздняя, в мае еще стоят большие морозы. Летом в разреженной атмосфере инсоляция очень велика. Растительность здесь весьма скудная – это многолетние, приземистые с мощной корневой системой кустарники, часто образующие подушки, тибетская «осока» (кобрезия), особый вид дрока. Фауна Тибета не отличается видовым разнообразием, но поражает обилием особей, особенно копытных: кiangи, дикие яки, антилопы (оронго и ада), горные бараны. В условиях длительной холодной зимы многие животные: лисы, куницы, ласки, зайцы, многочисленные грызуны (сурки, а также пищухи, которые являются пищей медведя - пищухоеда) - роют себе глубокие подземные жилища.

Говоря о пустынях Тибета, нельзя не сказать о том, что именно здесь, в высокогорном климате проходит мировая высотная граница земледелия на высоте 4650 м. Здесь на землях конусов выноса небольших речек, воды которых используются для орошения, возделываются голозерный ячмень и горох. На более низких уровнях можно снимать даже два урожая в году, т.к. растения созревают очень быстро. Из ложбинок, имеющих на склонах гор, местное население берет свежую почву и приносит её на поля или разбрасывают по снегу, чтобы ускорить его таяние и дать просочиться воде в почвенный слой. Высокогорные степи используются как пастбища, где овцы, козы и яки круглый год содержатся на подножном корму.

ЛАНДШАФТЫ СУББОРЕАЛЬНЫХ ПУСТЫНЬ (казахстанско-монгольские).

Эти пустыни умеренного пояса с жарким летом, морозной зимой и холодной сухой весной, годовое количество осадков составляет 100-200 мм в год, большая их часть выпадает летом, обеспечивая возможность произрастания полынных и полынно-солянковых сообществ. Данный тип распространен преимущественно в Евразии и простирается непрерывной полосой от плато Устюрт через Южный Казахстан и Монголию (Южная Гоби) до Китая. Зональными типами почв являются бурые и серо-бурые. Для суббореальных пустынь характерно несколько классов и все три основных рода ландшафтов.

ЛАНДШАФТЫ ПУСТЫНИ КАЛЬЦИЕВОГО И КАЛЬЦИЕВО-НАТРИЕВОГО КЛАССОВ, в которых преобладает третий род, представляющий собой пустынное низкогорье и мелкие сопки, которые распространены в Кызылкумах, Бет-Пак-Дале, Северном Прибалхашье, Джунгарской и Заалтайской Гоби и в других складчатых областях. Это **ТАМДИНСКИЕ ЛАНДШАФТЫ** расположенные по горам Тамды, находящиеся в Кызылкумах. Для них характерны полынные сообщества, где достаточно интенсивный водный обмен, даже при малом количестве атмосферных осадков, здесь также преобладают мало минерализованные грунтовые воды карбонатно-кальциевого и натриевого состава, поступающие из трещин коры выветривания. Скалистые вершины гор, как и в других ландшафтах, покрыты накипными лишайниками, приводят к образованию трещин в породах, происходящих за счет биологической эрозии, т.е. деятельности внешне малозаметных лишайников. В пустынях на Мангышлаке, Кызыл-кумах, Гоби и др., выходы скальных пород везде покрыты накипными лишайниками. Продукты переработки и распада отмерших лишайников представляют первичный мелкозем, который переносится ветром в трещины и образуют первичную пустынную почву. Мелкозем вскипает от соляной кислоты, следовательно, относится к карбонатному классу.

В автономных и трансэлювиальных позициях на обывесткованном элювии

формируются примитивные бурые и серо-бурые почвы. В элювиально-аккумулятивных ландшафтах пред-горных равнин и в нижних склоновых частях сопок образуется карбонатный щебнистый делювий и пролювий, на которых развиты бурые и серо-бурые, иногда солонцеватые почвы. Состав грунтовых вод, выходящих из трещин скал, в ТАМДИНСКОМ ЛАНДШАФТЕ формируется главным образом за счет взаимодействия со скальными породами, обызвесткованной корой выветривания и солей поступающих из атмосферных осадков. В результате вода нередко имеет натриевый состав и она мало минерализована. Это карбонатно-натриевая и карбонатно-кальциевая питьевая вода пустынь, которая по праву считается лучшей питьевой водой, у источников которой расположились населенные пункты. К сожалению, запасы такой воды невелики, но зато имеются более мощные источники грунтовых вод, связанные с зонами разломов, где по трещинам на поверхность вырываются напорные глубинные грунтовые воды, формирование которых не связано, непосредственно, с данными элементарными ландшафтами. Это более минерализованные пресные или слабо солонцеватые, обычно, сульфатно-натриевые воды. По результатам данных В.Н.Островского, И.В. Иванова и А.М. Глазовской, делювиальные (склоновые) и грунтовые воды имеют хлоридно-сульфатный состав, в отличие от поверхностных вод, сформировавшихся из атмосферных осадков и струящимся по поверхностным трещинам. На относительно выровненных территориях, пред-горных шлейфов, лежат серо-бурые почвы над щебнистым горизонтом, который обычно имеет легкий механический состав. Однако морфологические условия не благоприятны для инфильтрации атмосферных осадков, из-за наличия в грунтовом слое под щебнистым панцирем слабопроницаемого коркового горизонта. Поэтому периодически действуя, делювиальный сток образует своеобразную водно-эрозионную сеть, где после сброса временного поверхностного стока, остаются сухие русла, которые в Монголии, называются сайрами, и по которым в основном транспортируются водные и селевые склоновые потоки, в единых каскадных системах, т.е. горный или мелкосопочный массив с межгорной впадиной. Грунтовые воды, собирающиеся в долинах рек, слабо минерализованы, но в местах выхода на пойменную поверхность начинается процесс засоления, из-за сильного испарения. Как правило, типичных солончаков, с солянками, как правило, мало из-за транзитного характера стока. На более низких уровнях рельефа - в межгорных впадинах и котловинах на озерно-солончаковых отложениях формируются солончаки и типичные соры, т.е. пересыхающие соленые озера. Часто эти солончаковые котловины связаны с зонами тектонических разломов, по которым разгружаются минерализованные воды. Разломные солончаки имеют разнообразный химический состав, но преобладает хлоридно-натриевое засоление. Встречаются и содовые солончаки, особенно в Гоби, где разломные содовые воды часто связаны с молодыми базальтовыми вулканическими массивами. Местами повышенная щелочность гобийских солончаков, по высказываниям Е.И. Панкова, определяется не содой, а присутствием в водных растворах бората и органических соединений. Особенности пустынных низкогорий рассмотрим на одной из наиболее аридных областей Евразии - Заалтайской Гоби. Она расположена на высоте 700 - 1000 м и имеет сложный равнинно-мелкосопочный и низкогорный рельеф. На изверженных метаморфических породах палеозоя, осадочных породах мела и палеогена, отложениях плейстоцена в условиях резкого континентального климата, где сезонная амплитуда температур достигает до 70 - 80°C, а осадки составляют 20 - 130 мм в год, формируются серо-бурые и бурые почвы, под разреженными кустарничковыми и саксаульными сообществами. На самом юге выделяются крайне аридные обычно гипсоносные почвы, которые полностью растительного покрова, где по данным Ю.Г. Евстифеева, редкие растения приурочены только к сайрам. Здесь преимущественно

щелочная обстановка, чрез-вычайно слабое увлажнение, легкий механический состав и щебнистость почв, которая оп-ределяет малую доступность питательных микроэлементов для растений. Также здесь харак-терна четкая видовая специализация, которая связанная с увлажненностью местообитаний. С юга на север, от крайне аридных пустынь к настоящим пустыням и опустыненным степям увеличивается подвижность и содержание некоторых микроэлементов. Особенно активными концентраторами железа, марганца, цинка, меди и хрома служат луки, которые являются одним из распространенных кормовых растений. Микроэлементы испарительной концент-рации бора, стронция и лития накапливается в маревых и сложноцветных растениях, расту-щих на засоленных почвах.

Из трещин, на участках разгрузки, слабо минерализованных и пресных вод формируются оазисы с тугайной растительностью. Деревья (тополь и береза), кустарники и травы оазиса Эхийн-Гол концентрируют катионогенные элементы - марганца, цинка, стронция, никеля. Особенно ярко выражено накопление в тугайных растениях лития. Не исключено, что по тектоническому разлому, к которому приурочен оазис Эхийн-Гол, разгружаются литиеносные воды.

По данным В.В. Добровольского, массы стронция, марганца и цинка в растениях сайровых сообществ в 10 – 100 раз больше, чем в сообществах плакоров, что указывает на сущест-вование сопряженности ландшафтов даже в условиях экстра аридной пустыни.

В.А. Ковда, Н.Ф. Глазовский и др., считают, что важное значение в пустынных низкогорьях и сопряженных с ними депрессиях имеет не локальная склоновая миграция солей, а процессы региональной миграции подземных вод, определяющие многие особенности соли накопле-ния. Большая часть ТАМДИНСКИХ ЛАНДШАФТОВ используют в качестве пастбищ для овец и верблюдов. В этих районах скот и люди могут болеть от избытка в кормах и воде свин-, ца, ртути, стронция, молибдена, меди, никеля, ванадия и других элементов. В зимний пе-риод в Юго-Западных и Центральных Кызылкумах у каракульских овец наблюдается медное отравление, т.к. содержание меди в крови и различных органах повышено, Необходимо ос-терегаться возможности избыточного содержания в пище и в воде молибдена, который спо-собствует образованию подагры, свинца, который приводит к нервным заболеваниям и ме-ди, которая развивает малокровие.

ЛАНДШАФТЫ КАМЕНИСТЫХ И ГЛИНИСТЫХ ПУСТЫНЬ ВТОРОГО И ПЕРВОГО РОДОВ развиты на предгорных равнинах и возвышенностях Центральной Азии. Для наиболее высоких отметок рельефа характерны кальциевые ландшафты, в которых на лессовидных суглинках или элю-виальных и делювиально-щебнистых и пролювиальных отложениях формируются незасолен-ные почвы под эфемерно - полукустарничковыми, преимущественно полынными сообщества-ми. Наиболее дифференцированы серо-бурые почвы за счет присутствия в почвенном профи-ле плотного, иногда солонцеватого иллювиально-метаморфического горизонта (В) и более контрастного распределения карбонатов и гипса.

ЛАНДШАФТЫ ПЕСЧАНЫХ ПУСТЫНЬ имеют несколько видов, часть которых относится ко вто-рому роду - это «барханые», «бугристые» и прочие пески, а часть к первому роду - это песчаные равнины. Такие ландшафты формируются на перевеянных аллювиальных или кор-енных песках под псаммофитными травянистыми и кустарниковыми сообществами. Основными факторами для этих ландшафтов являются ветер, легкий механический состав почв, чрезвычайно малое атмосферное увлажнение и практически полное отсутствие поверх-ностного стока. При близком залегании грунтовых вод особенности ландшафтов во многом определяются составом и степенью минерализации вод. На поверхности почвы, в песчаных пустынях карбонатные и, как правило, не засолены. Проводимые учеными исследования в Репетекском биосферном заповеднике, который расположен в Туркменистане, показали, что легкий механических состав песков определяет

пониженное по сравнению с литосферой содержание большинства микро- и макроэлементов. Здесь под кронами деревьев (белый и черный саксаул) и кустарников (эфедра, черкез и др.) в почвах накапливаются пылеватые частицы, легкорастворимые соли, карбонаты, местами увеличивается щелочность. Особенно велика роль образования среды черного саксаула. Живая фитомасса в черных саксауловых пустынях достигает 300-350 ц/га, по данным П.Д. Гунина, т.е. в 3-4 раза выше, чем в травянистой пустыне. В надземной части черного саксаула накапливается хлор, сера, натрий и кальций. Из опада дерева быстрее вымываются подвижные элементы такие как хлор, сера, магний, натрий и калий, обеспечивая засоление под кроновыми почвами. Инертные элементы такие как алюминий, железо, титан и кремний - накапливаются в опаде и в почве. Из источников Н.Ф. Глазовского, некоторым своеобразием отличаются термитники, служащие местами концентрации легкорастворимых солей фосфора и некоторых микроэлементов таких как стронций, молибден, ванадий, бор, серебро. Во впадинах среди песков с близким залеганием грунтовых вод формируются солончаки с интенсивной испарительной концентрацией микроэлементов таких как стронций, молибден, бор, литий, бром.

ЛАНДШАФТЫ ПУСТЫНИ СОЛОНЦОВОГО КЛАССА занимают элювиально-аккумулятивные позиции, где под полынно-солянковыми сообществами формируются бурые солонцеватые, серо-бурые солонцеватые почвы и солонцы, часто солончаковатые. Засоление почв, как правило, остаточное или субэвральное, определенное значение имеет биогенное засоление, особенно солями натрия, т.к. в золе опада полукустарничков (полыней, солянок) содержание натрия достигает 7-10%. Доля биогалогенов (натрия + хлора + серы) в полынных пустынях в среднем 27% от общего количества зольных элементов, по данным Л.Е. Родина и Н.И. Базилиевича.

ЛАНДШАФТЫ ПУСТЫНЬ ГИПСОВОГО КЛАССА. Среди гипсовых пустынь известны все три основных рода ландшафта, но абсолютно преобладают гипсовые пустыни на аккумулятивных пластовых равнинах и плато первого рода, сложенных преимущественно морскими засоленными отложениями. Наиболее грандиозная гипсовая пустыня - это плато Устюрт. Главная особенность этих ландшафтов - высокое содержание остаточного гипса в автоморфных серо-бурых почвах и развитие особой флоры «гипсофитов» (биюргун, джужгун, тас-биюргун).

ЛАНДШАФТЫ СОЛОНЧАКОВЫХ ПУСТЫНЬ занимают как огромные пространства, так и небольшие площади в качестве члена ландшафтной катены (пустынный мелкосопочник - шорый солончак в депрессии и т.д.). В Азии особенно грандиозны солончаковые пустыни Центрального Ирана (Деште-Кевир). Северного Прикаспия, Тибета, Цайдама.

ЛАНДШАФТЫ СУБТРОПИЧЕСКИХ (СРЕДИЗЕМНОМОРСКИХ) ПУСТЫНЬ.

В отличие от суббореальных пустынь осадки здесь выпадают преимущественно в холодный сезон. Обычно их количество за зимне-весенние месяцы составляет 100 – 150 мм. Весной гидротермические условия наиболее благоприятны для вегетации, создания основной массы живого вещества, развития эфемерной растительности.

В основном такие ландшафты распространены в Иране, Сирии, Ираке, по африканскому побережью Средиземного моря - в Египте, Тунисе и т.д. На территории Средней Азии и в Азербайджане представлено северное семейство субтропических пустынь, переходное к пустыням умеренного пояса. В субтропических пустынях выделяются те же классы и роды, что и в пустынях суббореальных. Ландшафты пустынь на скальных, гипсоносных и соленосных породах аналогичны пустыням Казахстана и Монголии: на кристаллических породах здесь развиты ландшафты кальциевого класса, на

засоленных породах развиты ландшафты солено-сного класса с мощными солевыми корами выветривания. В субтропических пустынях широко распространены и кальциево-натриевые, и солонцовые ландшафты с ксеро-солонцовыми почвами (серо-бурыми пустынными, красно-бурыми пустынными) с отчетливой радиальной дифференциацией карбонатов, гипса, легкорастворимых солей.

ЗАРУБЕЖНЫЕ ЛАНДШАФТЫ ПУСТЫНЬ. В тропическом поясе, где количество осадков намного меньше, чем испарение, создаются условия крайне недостаточного увлажнения, в соответствии с периодическим законом зональности образуются ландшафты, относящиеся к типу тропических пустынь. К тропическим пустыням принадлежат Сахара в северном полушарии, а в южном - австралийские пустыни: Атакама и Намиб, у западных побережий Южной Америки и Африки. Приморская полоса Атакамы и пустыни Намиб отличаются повышенной относительной влажностью - это западные приокеанические пустыни. Такие пустыни есть и на северо-западном побережье Австралии. Наибольшие площади занимают внутри материковые пустыни с континентальным климатом. Тропические пустыни подобны пустыням умеренного пояса и субтропическим. Однако у них есть некоторые отличительные особенности. Здесь еще больше число солнечных дней в году (около 295). Максимальные температуры воздуха поднимаются до 58°C, а поверхность песка на солнце накаляется до 90°C. Среднее годовое количество осадков повсюду меньше 100 мм, а чаще гораздо. В Сахаре и в других тропических пустынях местами дожди не выпадают по несколько лет подряд. Для субтропических среднеазиатских пустынь южной зоны отмечалось лишь существование мест с много-летним отсутствием летних дождей, а здесь - полное отсутствие дождей во все сезоны года. Осадки в ничтожном количестве выпадают только в виде росы. В Лиме это «гарруа», лишь слегка увлажняющая влага асфальт, мостовые и стены домов. Среди тропических пустынь есть такие же типы, как и среди пустынь более северных широт - песчаные, каменистые, глинистые, солончаковые, которые имеют свои особенности, но есть типы пустынь, свойственные именно тропикам.

ЛАНДШАФТЫ ПЕСЧАНЫХ ПУСТЫНЬ особенно широко распространены в Сахаре. Высота песчаных гряд нередко достигает 100 м, а местами превышает 200 м. Страшным стихийным явлением в сыпучих песках Сахары служит горячий ветер «самум». Несмотря на значительные площади песчаных пространств, пески покрывают меньше четверти площади Сахары, хотя больше всего известны своими песчаными грядами. Большие пространства занимают каменистые пустыни - из щебня получили название в Сахаре «хамата», а из галечника - «рег», с небольшими массивами сыпучих барханных песков, а также глинистые пустыни с солончаками, называются в Сахаре «серир». Солончаки в тропических пустынях, как и в других, часто образуют сравнительно небольшие вкрапления среди иных типов пустынь, но иногда занимают обширные площади. В пустыне Атакама солончак Салар-де-Атакама, совершенно безжизненный, простирается более чем на сотню километров. Он не похож на солончак, сверкающий на солнце белизной, как солончаки в пустынях Средней Азии. Здесь солончаки называют «салар», они темные, плотные, крепко сцементированные коры.

Специфический тип тропических пустынь - это гипсово-ангидритовые пустыни. Гипс и ангидрит уплотняют подпочвенный горизонт песков. Здесь могут произрастать лишь особо приспособленные к загипсованному субстрату растения. Преимущественно в тропическом поясе развиты и кремневые пустыни. На поверхности, которых образуются бронирующие рельеф кремнево-агатные коры. Они возникают в результате свойственного тропикам латеритного почвообразовательного процесса, под влиянием которого происходит биохимическое разложение алюмосиликатов кремнебактериями.

Основной тип использования земель в пустынях - пастбищное скотоводство. Естественная

продуктивность пустынных пастбищ низка, а традиции кочевого хозяйства и стремление к увеличению численности стада приводит к перевыпасу. То, что не съедает скот, сжигают скотоводы. Есть образное выражение: «кочевник является не столько сыном пустыни, сколько её отцом». Исторические данные свидетельствуют о том, что современные пустыни, особенно в областях активного использования, расширяют свои площади. Так, Сахара движется к югу со скоростью 1 км в год, пустыни Раджпутана на северо-западе Индии и Турка-на на юге Африки также увеличивают свои размеры. Многие не пустынные по климатическим условиям ландшафты - сухие степи, саванны, тропические редколесья - под влиянием не рационального использования приближаются к пустыням. В этих районах усиливается частота и продолжительность засух, развеиваются и засоляются почвы, редет и исчезает растительный покров. В настоящее время под угрозой стать пустыней находится большая часть полузасушливых и засушливых земель, где осадки составляют от 200 до 400 мм в год, эти площади составляют 30 млн. кв. км (или 19% суши), на которой проживает 1/6 часть населения земного шара. В тех редких местах, где близко от поверхности залегают грунтовые воды, как например, в сухих руслах (арабское - «вади»), или имеются выходы небольших источников, пустыня оживает. Желто-бурый цвет без всяких переходов сменяется яркой зеленью. Рожи финиковых пальм, лимонных, гранатовых деревьев возвышаются над полями, вокруг которых извиляются каналы с береговыми дамбами. Многие оазисы созданы руками человека, в которых успешно выращиваются разнообразные продовольственные культуры и хлопчатник. Крупнейшим оазисом мира, по праву, считается долина р Нила.

ТУНДРОВЫЕ ЛАНДШАФТЫ.

По биомассе (Б) и ежегодной продукции (П) эта группа близка к степям, по соотношению (Б) и (П) - к тайге, по некоторым информационным показателям - к пустыням.

ТУНДРОВЫЙ ТИП ЛАНДШАФТА.

Ландшафты тундры располагаются к югу от ледниковой зоны и занимают южные арктические острова, такие как Южный остров Новой Земли, Колгуев, Вайгач, а также значительные пространства материкового побережья Северного Ледовитого океана, расположенного на равнинах Евразии и Северной Америки. Это большие пространства в северных широтах Канады, включающие кроме материковой суши южные части Канадского Арктического архипелага прибрежный район юго-запада Гренландии., Здесь тундра образует самостоятельную ландшафтную зону, а в горах - особый высотный пояс. Как отмечает географ Ф.Н. Мильков термин «тундра» заимствован из языков саами, живущих на Кольском полуострове и называющих тундрой безлесные вершины гор, где они занимались главным образом оленеводством, рыболовством, охотой на водоплавающую дичь на морских побережьях, а на западе зоны - пушным промыслом, т.е. сбором гагачьего пуха. Тундра - территория холодного климата, точнее холодного лета со средней температурой самого теплого месяца не более + 10*С. При высокой относительной влажности, причем переувлажненность тундровых почв связана не только с малым испарением, при небольшом количестве осадков, а с близким к поверхности залеганием зоны вечной мерзлоты, которая привела к безлесью тундры. В тундре активно проявляются термокарстовые процессы, широко распространены полигональные грунты. Тип тундрового ландшафта делится на подтипы: каменистые, полигональные, мохово-лишайниковые, кочкарные и кустарниковые. Для растительности тундры характерны широкое распространение мохового и лишайникового покровов, сообщества

травянистых растений, кустарнички, низкорослые кустарники. Осоково-пушицевые сообщества образуют кочкарные тундры. Растения тундры низкорослы, прижаты к земле - так они используют тепло верхних горизонтов почвы и приземного слоя воздуха, лучше защищены снежным покровом от ветра и мороза. Широко распространены стланиковые и подушковидные формы растений. Среди растений преобладают многолетники (есть вечнозеленые), что связано с кратковременностью вегетации. Животный мир тундры богаче и разнообразнее, чем в ледяной зоне. Кроме северного оленя и песца здесь постоянно обитают лемминги, северный олень, снежный баран полевки, волк, и другие млекопитающие, из птиц тундровая и белая куропатки, белая сова. Много перелетных водоплавающих птиц появляется летом. Реки и озера богаты рыбой. Тундровая деградация - это такое развитие таежного и прочих ландшафтов, в ходе которого уменьшается биомасса и ежегодная продукция живого вещества, замедляется скорость разложения остатков организмов, уменьшается самоорганизация, возникает тундровый бик. О формировании тундр в результате деградации северных лесов писал Б.Н. Городков, а Б.А. Келлер считал, что тайгу можно рассматривать с известной условностью, как сочетание тундры с хвойным лесом. Действительно, для тундры и северной тайги характерны надпочвенные ярусы мхов и лишайников, те же кустарники, кустарнички и травы, сходные почвенные процессы и водная миграция.

На равнинах тундровая зона сформировалась в четвертичном периоде. Сообщества горного тундрового типа, по мнению В.Б. Сочавы и Б.Н. Городкова, могли возникнуть в верхнем меле, в эпоху ларамийской складчатости, в горных системах Тихого океанического кольца. Тундровый тип ландшафта зародился на северо-востоке Сибири и распространился оттуда на запад. Во время днепровского оледенения тундра была на юге Русской равнины. В период межледниковых эпох она отступала, а при последующем оледенении завоевывала новые пространства. В послеледниковую эпоху был период, когда тайга распространялась в Евразии севернее современной границы. Об этом говорят остатки деревьев в тундре, ископаемые подзолистые почвы. Однако тундровая деградация связана не только с похолоданием климата. Она возможна в результате процессов саморазвития ландшафтов в условиях постоянного климата. Так как заболачивание лесов ухудшает условия жизни деревьев и благоприятствует развитию мхов, которые в свою очередь усиливают заболачивание и дальнейшее вытеснение деревьев. В результате формируется ландшафт тундровой группы, т.е. верховое болото.

В равнинной тундре бик развивается в условиях длинного полярного дня, где летом для энергичного фотосинтеза дневного света достаточно, чтобы растение приспособилось к этому режиму. «Растения длинного дня» плохо развиваются в низких широтах с их коротким днем. Благодаря длинному дню сумма солнечной радиации в равнинной тундре такая же, как в южной тайге, но температура воздуха летом значительно ниже. Поэтому низкие температуры воздуха и почвы лимитируют бик, являются причиной многих его особенностей и, в частности, ксероморфизма растений. С дефицитом тепла связаны и «волны жизни» растений, так в годы с более теплым летом возрастает ежегодная продукция живого вещества. Некоторые растения цветут только в благоприятные годы, как, например, иванчай в арктической тундре. Биомасса в тундре колеблется в широких пределах - от 40 ц/га до 300 ц/га, это, примерно, как в пустынях, большая её часть сосредоточена в корнях (70-80%). Растения здесь растут медленно, например, лишайники за год вырастают на 1 - 10 мм, можжевельник на Кольском полуострове с диаметром ствола 83 мм имел 544 годичных кольца. Однако здесь сказывается не только неблагоприятное влияние низких температур, но и бедность среды элементами питания. Ежегодный прирост (П) составляет 10 ц/га для арктической тундры и 25 ц/га для кустарничковой, т.е. по величине близок к сухим степям и пустыням.

Число видов высших растений в тундре невелико, в Сибири, например, оно составляет лишь 476 сортов. Большую роль играют мхи и лишайники. Здесь полярная ива, астрагал арктический, морошка, лишайники и другие растения содержат повышенные количества алюминия. Мхи, как и в других зонах, богаты железом, местами марганцем и алюминием. Кустарничковая береза активно поглощает марганец. В золе отдельных растений повышено содержание серы, при минерализации которой образуется небольшое количество серной кислоты, которая способствует миграции алюминия и других металлов. По данным В.Д. Василевской и Л.Г. Богатырева в тундрах Западного Таймыра наиболее богаты микроэлементами лишайники, мхи и кустарники, разнотравье и осоки содержат их значительно меньше. Из-за низкой температуры разложение органических остатков в тундре протекает медленно, т.к. многие группы микроорганизмов слабо или полностью не функционируют (например, бактерии, разлагающие клетчатку и др.). Это ведет к накоплению органических веществ на поверхности и в почве. В подстилке накапливается 25 - 835 ц/га, при ежегодном опаде 0,1 - 50 ц/га. Отношение подстилки к опаду, характеризующее интенсивность разложения растительных остатков, колеблется от 100 до 17. По этому показателю тундра ближе к тайге, чем к степям и пустыням (табл. 6.4). По биомассе, ежегодной продукции, соотношению подземной и наземной частей, тундра ближе к аридным ландшафтам. Но малая биомасса степей и пустынь связана с недостатком воды (реже - избыток солей), а в тундре - недостатком тепла. В тундрах, сухих степях и пустынях произрастают близкие жизненные формы - кустарники и кустарнички. Разложение органических веществ в тундре, напротив, резко отличаются от аридных ландшафтов и аналогичны северной тайге. Об этом свидетельствует накопление большого количества подстилки, важное участие в бике принимает алюминий, железо и марганец. Генетическая близость тундры и тайги определяет их сходство по соотношению (Б) и (П), а также по величине коэффициента (К), приведенных в табл. 6.4.

Таблица 6.4.

Показатели бика в тундре, северной тайге и аридных ландшафтах (из литературных источников).

Показатели бика	Северная тайга (ельники)	Тундра (кустарничковая)	Аридные ландшафты (сухие степи, пустыни)
<i>А. Показатели, сближающие тундру со степями и пустынями</i>			
Биомасса Б ₁ , ц/га	1000	280	10-100
Корни в % от биомассы Б ₄	22	83	80-90
Ежегодный прирост П ₁ , ц/га	40	25	5-42
Опад О ₁ , ц/га	35	25	10-42
<i>Б. Показатели, сближающие тундру с северной тайгой</i>			
Подстилка О _з , ц/га	300	835	15
Подстилка, опад	10	35	0,3
Прирост в % от биомассы Ж ₁	4,5	9	50
$\frac{lg\Pi_1}{K = lgB_1}$	0,53	0,56	0,75-0,97
Характерные водные мигранты в живом	Ca, K, Si (Al, Fe)	Ca, K, Si (Al, Fe)	Ca, K (Na, Cl)

веществе			
----------	--	--	--

Низкая интенсивность бика и связанная с этим низкая самоорганизация определяют малую устойчивость ландшафта к антропогенному воздействию. Следует отметить, что тундровый ландшафт трудно и медленно восстанавливается. На территории России в тундровом типе выделяется пять отделов: первый - умеренно-континентальные тундры без многолетней мерзлоты (запад Кольского полуострова); второй - континентальные тундры с многолетней мерзлотой (европейская Россия и Западная Сибирь); третий - резко континентальные с многолетней мерзлотой (Восточная Сибирь); четвертый - приокеанические и океанические мерзлотные тундры (Чукотка, Охотское побережье, часть Камчатки др.); приокеанические тундры без многолетней мерзлоты (Командоры, юг Камчатки, Курилы и др.).

В этих отделах выделяются три основных семейства. В наиболее северных и холодных условиях развивается арктическая тундра, среднее положение занимает мохово – лишайниковая тундра и южное - кустарниковая тундра. Эти семейства можно именовать северной, средней и южной тундрой. В горах они разграничиваются менее четко, чем на равнинах и чаще называются горной тундрой.

В пределах семейств выделяются те же классы, роды и виды, что и в северной тайге. В равнинной тундре преобладают ландшафты кислого глеевого класса, в горной тайге кислого класса.

В европейской России южно – тундровое семейство занимает особую подзону с сравнительно теплым летом, где температура самого теплого месяца составляет 10 - 11*С. Кроме трав, мхов и лишайников здесь растут кустарники - ерника, березки, ивы и т.д. Геоботаники выделяют эту зональную формацию растительности, как ерниковую тундру.

ЮЖНОТУНДРОВЫЕ ЛАНДШАФТЫ кислого класса формируются на скальных породах в условиях расчлененного рельефа, частично на песках, т.е. примерно в тех же местах, что и кислая северная тайга. В.О. Таргульян считает, что выветривание и почвообразование здесь также аналогично северной тайге. Отличие состоит в меньшей скорости выветривания и меньшей мощности почв, и еще большей сжатости почвенного профиля, образованного тундровыми подбурами. Как в северной тайге, так в кислой южной тундре воды ультрапресные.

МУРМАНСКИЕ ЛАНДШАФТЫ - это кислая южная тундра Кольского полуострова, находящаяся в области ледникового сноса, активной неотектоники и широкого распространения изверженных и метаморфических пород. Последние лишь местами покрыты маломощной и ГРУ-бой мореной. Рельеф расчлененный с многочисленными реками и озерами. Это молодые ландшафты, ледники растаяли около 10 тыс. лет назад. Освободившись ото льда, Балтийский щит стал подниматься, что определило специфические особенности ландшафтов - молодость эрозионного рельефа, порожистость и быстрое течение рек, малую мощность коры выветривания, выход скальных пород на поверхность. Первыми видимыми поселенцами на скалах являются лишайники. Лишайниковые тундры распространились здесь довольно широко. Вероятно, и здесь формирование мелкозема происходит за счет разложения остатков лишайника. В местах скопления мелкозема растительность богаче, автономный ландшафт представлен кустарниковой (ерниковой) или кустарничковой тундрой на щебнистых подбурах. По данным исследований Н.Л. Чепурко, в кустарничково – ерниково - вороничной тундре Хибин биомасса равна 170,3 ц/га, из которых 72% приходится на подземную часть. Ежегодный прирост продукции (П) составляет 23,5 ц/га, а ежегодный опад равен 21,9 ц/га. Таким

образом, истинный прирост, равный разности между приростом и опадом, очень мал - 1,6 ц/га, а для северной тайги прирост составляет 10 ц/га, для южной тайги - 30 ц/га, во влажных тропиках - 75 ц/га. По данным В.В. Добровольского, растения тундр Кольского полуострова накапливают в золе никель, медь, цинк, марганец, барий и стронций.

Скорость химического выветривания в тундре значительно меньше, чем в других зонах. По А.Е. Ферсману, пески на Кольском полуострове нередко состоят из невыветрелых зерен первичных минералов, имеют окраску, присущую исходным породам (серые, зеленые и прочие пески). Те минералы, которые энергично разрушаются в более теплом климате (например, ортоклаз, слюда), сравнительно устойчивы в тундре, адсорбция металлов глинами выражена слабее. Однако это имеет значение только для фоновых условий, в рыхлых породах над никелевым месторождением обнаружена значительная концентрация никеля в тонко дис-персной массе, по данным Н.Ф. Майорова.

Грунтовые воды, поступающие из трещин в автономные ландшафты, гидрокарбонатно – кремневые и мало минерализованы, т.е. мене 100 мг/л, а в Хибинах 25 – 40 мг/л. Среди катионов преобладают кальций или натрий.. Как источники минерализации вод большое значение имеют атмосферные осадки, роль которых увеличивается при приближении к морскому побережью, особенно для хлора, серы, натрия и иода.

Подчиненные ландшафты представлены различными классами. В условиях менее расчлененного рельефа на мелкоземистых отложениях развиты болота, в том числе торфяники. Суперэквальный ландшафт относится к кислому глеевому классу, воды имеют бурую окраску. По данным А.Е. Ферсмана, в болотах часто встречается ярко-синий вивианит, гидроксиды железа и марганца, которые содержат особенно много воды. В условиях более расчлененного рельефа вода озер очень чистая и прозрачная, богатая кислородом, с относительно высоким содержанием двуокси кремния . Реакция воды нейтральная и слабощелочная. В таких озерах живут диатомовые водоросли, вообще характерные для холодного климата, после гибели которых на дне отлагается диатомовый ил, содержащий до 95 % двуокси кремния. Реки имеют ультрапресную воду. Большая минерализация вод р. Териберки в приокеанической части Кольского п-ова, которая равна 23,4 мг/л, вероятно, объясняется влиянием океана. В Хибинах минерализация рек составляет 15 – 30 мг/л.

Особые виды мурманских ландшафтов приурочены к щелочным породам Хибинских и Ловозерских тундр. Нефелин, содалит, эвдиалит, ферсманит, ловчоррит, апатит и другие минералы щелочных пород сравнительно легко поддаются воздействию слабо-кислыми водами. Поэтому здесь повышается роль алюминия, который энергично участвует в биохимической и водной миграции. По данным исследований проводимых С.Р. Крайновой было получено, что уникальные щелочные и сильно-щелочные подземные воды, массивов нефелиновых сиенитов, содержат в десятки и сотни раз больше фтора, ниобия, титана и редкоземельных элементов, по сравнению с водами средних и основных пород. По данным А.С. Дудыкиной и Е.И. Семеновой, черника, мятлик, береза и почвы на нефелиновых сиенитах содержат значительное количество титана, циркония, ниобия, лантана, иттрия, бериллия, стронция, которые входят в состав легко выветриваемых минералов и поэтому доступны растениям.

По данным Т.Т. Тайсаеву, в горных тундрах Саян на участках, сложенных черными углеродистыми сланцами, на рудных полях развивается более пышная растительность, формируются «зверовые солонцы», обильная фауна травоядных, реки богаты рыбой крупных размеров и т.д. Это ландшафты улучшенного минерального питания живых организмов.

ЮЖНО-ТУНДРОВЫЕ ЛАНДШАФТЫ КИСЛОГО ГЛЕЕВОГО КЛАССА развиты на бескарбонатных мелкоземистых отложениях в условиях равнинного или расчлененного рельефа. Особенно типичен кислый глеевый класс для равнинной тундры, сложенной суглинистыми и глинистыми четвертичными отложениями. Кислая глеевая южная тундра простирается сплошной полосой в европейской России - это п-в Канин, Большеземельская тундра, где преимущественно расположились мерзлотные ландшафты.

Многолетняя мерзлота в автономном ландшафте является важным фактором, т.к. даже в наиболее теплую погоду тундровая глеевая почва просыхает лишь на 5 - 10 см. Как и в се-верной тайге, глеевые процессы несколько ослаблены по сравнению с более южными зона-ми, почва с $pH = 4$, содержит подвижные фульвокислоты. Характерна высокая подвижность не только железа, но и алюминия. Многолетняя мерзлота благоприятствует криогенному пе-ремещению почвенной массы, т.е. её вымораживанию, выпучиванию и солифлюкации. Это ослабляет дифференциацию почвы на горизонты. Кроме того местами здесь почвы оподзо-лены.

Медленное разложение органических остатков определяет очень слабую минерализацию вод, поэтому почвенные воды автономных ландшафтов - кислые глеевые, ультрапресные гидрокарбонатно - кремнеземные, бурого цвета. Отсюда резкий дефицит многих элементов в почве, особенно доступного азота, что приводит к минеральному голоданию растений. Низ-кая минерализация вод в значительной степени обусловлена биком, потому что растения активно поглощают из почвы растворимые формы калия, кальция, фосфора, серы и другие элементы, которые очень медленно возвращаются в почву, задерживаясь в оторфованном верхнем горизонте. В этом, вероятно, одна из причин относительно малой зольности тунд-ровых растений и широкого распространения мхов и лишайников. Следствием ослабленного бика является минеральное голодание животных, особенно весной, когда олени начинают поедать мелких грызунов, птиц, яйца, рыбу, глотать кости, пить морскую воду.

Супераквальные ландшафты близки к автономным. Это болото с более мощным торфом, под которым залегает глеевый горизонт.

Автономные и супераквальные ландшафты кислой глеевой тундры получают одинаковое ко-личество тепла, увлажнение в обоих случаях высокое. Этим объясняется их внешнее одно-образие и монотонность, слабая централизация. В ландшафтах кислой глеевой равнинной тундры много рек и озер. Их мутность минимальна - 20 мг/л. Сильная заболоченность опре-деляет преобладание озер с коричневой по цвету водой. Вода имеет низкий $pH = 4$. Низ-кая температура воды обуславливает высокую растворимость кислорода и резкую неравно-весность среды. По этому показателю тундровые воды аналогичны кислым болотным водам тайги и влажных тропиков.

Там, где в ландшафты поступают извне растворимые минеральные соединения, бик усили-вается, растительность становится пышнее, в ней возрастает роль цветковых растений и уменьшается роль мхов и лишайников. Подобные условия создаются в поймах некоторых рек, обогащающихся в половодье плодородным илом, а также на территориях «птичьих ба-заров», в местах расположения стойбищ, на днищах спущенных озер, вокруг песцовых нор и т.д. В.Н. Андреев считает, что в Большеземельской тундре высокие заросли пойменных трав создают впечатление далекого юга. В Малоземельской тундре заливные пойменные луга также имеют высокий травостой, для них характерно изобилие злаков, наличие бобо-вых, отсутствующих в автономном ландшафте. Луговинные ландшафты тундры развиваются также вдоль ручьев и речек, на дне бывших озер и т.д. На Камчатке, густым травяным по-кровом отличаются тундровые ландшафты, периодически засыпаемые вулканическим пеп-лом. Следовательно, не климат является

непосредственной причиной широкого развития мхов и лишайников в кислой глеевой южной тундре, а в низком содержании питательных элементов для растений в почвенной среде, т.е. дефицит микро- и макроэлементов, напри-мер, таких как азот, калий, фосфор, кальций. В животноводстве, в частности, в оленеводстве требуется минеральная подкормка. Для полного обеспечения культурных растений необходимы более высокие концентрации питательных веществ в почвенном растворе, чем в умеренном поясе. Земледелие в южной тундре возможно, но оно требует значительно больших доз минеральных удобрений.

ЮЖНО-ТУНДРОВЫЕ ЛАНДШАФТЫ КАЛЬЦИЕВОГО И ПЕРЕХОДНОГО КЛАССОВ. Эти ландшафты распространены в районах развития известняков, доломитов, карбонатной морены и других карбонатных пород. Как и в тайге, здесь увеличивается емкость и скорость бика, растительный покров пышнее, в нем меньше мхов и лишайников. Бик во многих случаях определяет кислую реакцию верхнего горизонта почв, причем в одном горизонте присутствуют и кислые органические вещества, и обломки изве-стняков, переходного (кислого кальциевого) класса. Книзу реакция становится нейтральной и слабощелочной. Известны ландшафты и с нейт-ральными почвами (кальциевого класса).

ЛАНДШАФТЫ ТУНДРЫ С СЕРНОКИСЛЫМ КЛАССОМ ВОДНОЙ МИГРАЦИИ азональны и встре-чаются во всех семействах. Окисление сульфидов в холодном климате протекает здесь еще медленнее, чем в северной тайге, сернокислая миграция выражена слабее. Мощность зоны окисления сульфидных месторождений часто крайне мала. Это особенно относится к Кольс-кому полуострову, где современные процессы окисления начались не ранее 10 тыс. лет назад. По А.Е. Ферсману, в сульфидных жилах Монче – Тундры окисление проникло лишь на глубину первых метров, а в прибрежных районах на несколько сантиметров. Тем не менее воды зоны окисления кислые сульфатные, обогащены металлами. Как и в тайге, в зоне окисления накапливаются легкорастворимые сульфаты тяжелых металлов. В условиях актив-ной неотектоники окисление нередко не поспевают за эрозией, и не окисленные сульфиды залегают на поверхности. Энергичный размыв приводит к переотложению сульфидов в ал-лювии, что установлено Н.И.

Сафроновым в горных тундрах Северо - Востока России. В палеогене и миоцене в Субарктике климат был теплее современного, здесь росли леса, и химические процессы в почвах и коре выветривания протекали интенсивнее. Формировались выщелоченные коры выветривания и глубоко проработанные зоны окисления. В дальней-шем, с похолоданием и развитием многолетней мерзлоты эти образования законсервирова-лись. Распространение таких кор выветривания можно ожидать и на участках пенепленизи-рованного рельефа. Районы с сильно расчлененным молодым рельефом неблагоприятны для сохранения реликтовой зоны окисления. На участках сульфидных месторождений обра-зуются сернокислые ландшафты.

ЛАНДШАФТЫ ТУНДРЫ С СОЛЕНОСНО-СУЛЬФИДНЫМ КЛАССОМ ВОДНОЙ МИГРАЦИИ (тунд-ровые солончаки) распространены по берегам морей, где морские воды во время приливов участвуют в формировании состава химических элементов грунтовых вод. Во влажном кли-мате испарительная концентрация элементов не характерна, поэтому развивается энергич-ный бик, в растительном покрове много луговых и болотных трав и мало мхов. Биомасса значительно больше, чем на морских побережьях пустынь. Здесь растут солянки ,в том числе солерос (*Salicornia herbacea*), распространенный и в пустынях Средней Азии. В торфя-нистых почвах развивается десульфуризация, образуются сероводород и сульфиды железа. В районе Мезенской губы такие ландшафты называются «лайдами», в Малоземельской тундре - «тампами».

6.4.2. ЛЕСОТУНДРОВЫЕ И ТУНДРОВО – ТАЁЖНЫЕ ЛАНДШАФТЫ.

В Хибинах, на Урале, в горах Сибири нередко одна и та же возвышенность в верхней части представляет собой тундру, а в нижней части тайгу. Подобные возвышенности и склоны рассматриваются как единый ландшафт. Это особый тундрово - таежный тип, специфика которого определяется сочетанием тундры и тайги.

Зона лесотундры занимает сравнительно неширокую полосу, располагающуюся в основном к северу от полярного круга. Это переходная зона от тундры к тайге. Климат её сходен с климатом тундры, но лето теплее и продолжительнее. Здесь также распространена вечная мерзлота (на западе - прерывисто), характерны термокарстовые процессы. Тундровые ландшафты в этой зоне сочетаются с ландшафтами редины и редколесий, причем первые приурочены к плоским равнинам и глинистым грунтам, а вторые – к всхолмленным участкам и песчано-му субстрату.

В редины на фоне тундры разбросаны угнетенные деревья, часто полустланиковой формы, а в редколесьях деревья низкорослы, очень разрежены, отличаются поверхностной корневой системой. В редины и редколесьях Русской равнины преобладает ель, береза, лиственница (на востоке), а в Сибири - лиственница. По долинам вглубь лесотундры проникают леса таежного типа. В фауне лесотундры сочетаются тундровые и лесные виды животных. Редко-лесье, редины и кустарниковые зоны тундры, особенно ее южной полосы, служат основными зимними пастбищами оленей. Перекочевывая сюда на зиму, олени находят защиту от холодных ветров. Плотность снега здесь меньше, чем в тундре, и оленям легче добывать корм (ягель, кустарники). Канадская зона лесотундры в ландшафтном отношении более песчано-трава, чем лесотундра Евразии, но её ландшафтная структура аналогична европейской. Здесь распространены предтундровые редины и редколесья на водораздельных междуречьях и леса таежного типа в поймах и на террасах речных долин. Виды ели, лиственницы, пихты здесь иные, чем в Евразии.

ЛАНДШАФТЫ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ.

Это особый тип ландшафтов тундровой группы. На верховых болотах преобладают сфагновые мхи, здесь также растут андромеда, кассандра, багульник, голубика, черника, брусника, клюква и другие кустарнички, немногочисленные виды трав. Для многих верховых болот характерна низкорослая угнетенная сосна, а в Восточной Сибири - даурская лиственница.

Верховые болота распространены в тайге, особенно на равнинах Западной Сибири, их также много в южной тундре и в предтаежной зоне, небольшими пятнами они встречаются и в лесостепи. Это молодые ландшафты, возникшие в четвертичном периоде, хотя сфагновые мхи на территории России произрастали и ранее. Верховые болота не связаны с минеральным грунтом и, как правило, находятся вне зоны влияния грунтовых вод. Они залегают преимущественно на водоразделах, но встречаются и на террасах, и в котловинах. Эти болота образуются в результате зарастания озер (наиболее мощные торфяники) и заболачивания водоразделов (самые крупные болота). Источниками минерального питания верховых болот служат только атмосферная пыль и осадки, это создает условия для минерального голодания растений.

Сфагновый мох (*Sphagnum fuscum*) растет очень медленно 1 - 4 см в год, его выделения имеют сильноокислую реакцию ($pH = 4 - 4,5$, а местами $pH = 3,2$), которая позволяет мху разлагать пылинки и извлекать из них растворенные минеральные соединения. Сфагновый мох - кальциефоб, т.к. карбонатность среды, затрудняя разложения минералов, лишает его единственной возможности минерального питания.

По данным Н.И. Базилевича, сосново-сфагновые болота в Васюганье (Западная Сибирь) со столетними соснами характеризуется значительной биомассой - 370 ц/га,

из которой 41% приходится на зеленую часть, 48% - на многолетнюю надземную часть и 11% - на корни. По биомассе эти болота близки к южной тундре и луговым степям, по относительному количеству зеленой массы - к луговым степям, по количеству корней - к тайге.. Ежегодный при-рост продукции (П) здесь того же порядка, что и в южной тундре или в сухих степях - 34 ц/га. Опад составляет 25 ц/га - 7% от биомассы. По этим показателям верховые болота ближе всего к тундре.

Воздух на верховых болотах содержит много фитонцидов, в том числе вредных для человека (запах багульника, голубики и др. Сфагнум обладает огромной влагоемкостью, он пропитан водой и создает на поверхности почвы «мокрую подушку». В самом верхнем слое вода еще содержит двуокись кислорода, на глубине развиты анаэробные условия. Разложение органических остатков протекает в сильноокислой, почти в стерильной среде, т.к. сфагнум выделяет антисептики, которые подавляют деятельность бактерий. Это свойство сфагновых мхов использовали при перевязках ран во время войн.

Отмершие органические остатки сохраняют органоморфную структуру. Велико количество подстилки, которое для торфяников Васюганья превышает 1000 ц/га, т.е. того же порядка, что и в тундре, и отношение подстилки к опадку такое же, как в тундре. Следовательно, по общей массе органического вещества, по ежегодной продукции, по соотношению между ними, по ежегодному опадку и величине подстилки, верховое болото также ближе всего к тундре. К низу подстилка постепенно переходит в верховой сфагновый торф - в массу плохо разложившихся бурых растительных волокон, в которых легко различаются отдельные части растений. В ходе оторфованья увеличивается количество углерода и снижается количество кислорода, где общая направленность оторфованья та же, что и при углеобразовании. Однако бурый уголь в прошлые геологические периоды формировался в иных условиях и из иной растительности, поэтому современный торф не даст уголь, идентичный, например, палеогеновым. При разложении органических остатков - кремний, алюминий и железо почти не минерализуются и остаются в составе органических веществ торфа, кроме того кальций, натрий, магний и калий частично поступают в болотные воды. Однако разложение протекает очень медленно, т.к. вода содержит ничтожное количество катионов. Вода здесь имеет цвет крепкого чая. По П.П. Воронкову, для верховых болот Карельского перешейка характерны воды содержащие 10 мг/л минеральных веществ, а для паводковых вод - 5 мг/л. Сильно кислые, с рН местами менее 4, они не содержат HCO_3 . Встречаются и более минерализованные воды. По минерализации, воды близки к атмосферным осадкам, которые являются источником хлора, сероводорода. и т.д. С атмосферными осадками верховые болота Вологодской области (средняя тайга) получают 8 -11 кг азота на 1 га. На верховых болотах растения находятся в условиях резкого дефицита водных мигрантов и азота. Только насекомоядная росянка не испытывает недостатка в азотном и минеральном питании, т.к. обеспечивает себя азотом, фосфором, калием и другими элементами за счет комаров и других насекомых. Само существование подобных растений служит прекрасным показателем бедности верховых болот элементами минерального питания. Таким образом, если дефицит водных мигрантов в тундре привел к развитию «хищных» привычек у травоядных оленей, то еще больший дефицит на верховых болотах обусловил появление «растений - хищников». Реки и озера, расположенные среди верховых болот, имеют прозрачную коричневую кислую воду, бедную жизнью. Озерный ил состоит из гумусовых веществ и торфа. Слабое разложение органических остатков, чрезвычайно низкая минерализация вод, дефицит микроэлементов, всё это приводит к замедлению роста у растений, поэтому появляются карликовые формы, например, карликовые сосны и т.д. Верховые болота

- это высшее выражение автономности, т.к. подстилающие горные породы не оказывают влияния на ландшафт, для которого характерны низкая самоорганизация и слабая централизация.

Биологическая продуктивность и интенсивность бика верховых болот зависит от климата, что позволяет разделить их на отделы и семейства, хотя полного соответствия с отделами и семействами тундры и тайги нет. Значительно яснее предстоит вопрос о классах, здесь существует один кислый класс, и этим верховое болото резко отличается от других типов ландшафтов. Верховые болота занимают в России огромные площади. Применению верховых торфяников в земледелии препятствует их сильно кислая реакция.

ПРИМИТИВНО - ПУСТЫННЫЕ ЛАНДШАФТЫ.

Эти ландшафты распространены в различных климатических условиях, но наибольшую площадь занимают в полярных районах, пустынях и высокогорьях. Биомасса мала, основную роль в бике играют водоросли и микроорганизмы, частично лишайники и грибы. Высшие растения отсутствуют или их число крайне ограничено. Некоторые примитивно – пустынные ландшафты можно рассматривать как результат деградации ландшафтов других групп под влиянием ухудшения условий существования организмов: понижения температуры, увеличение сухости, засоленности. Так, в сухих степях увеличение засоленности почв приводит к образованию шоровых солончаков, лишенных высшей растительности. Понижение температуры в начале ледникового периода привело к образованию полярных пустынь.

СКАЛЬНЫЕ ЛАНДШАФТЫ ЛИШАЙНИКОВЫЕ И ВОДОРАСЛЕВЫЕ. Этот тип часто является первой стадией развития ландшафтов на изверженных породах, которая в условиях влажного и теплого климата - скоропроходящая. Напротив, в условиях Арктики, высокогорий и пустынь данная стадия устойчива и существует в течение длительного времени. После микроорганизмов первыми видимыми поселенцами на скалах являются лишайники и некоторые водоросли.

ЛАНДШАФТЫ ПРИМИТИВНЫХ ПУСТЫНЬ ХЛОРИДНО – СУЛЬФАТНОГО КЛАССА. Они формируются в условиях пустынного климата и расчлененного рельефа на соленосных породах. В Азербайджане, Армении, Иране, Киргизии, Таджикистане, Узбекистане подобные ландшафты распространены довольно широко. В этих странах многие верхнеюрские, меловые и третичные отложения засолены. Четвертичные поднятия и последующая эрозия вскрыли соленосные породы, растворимые соли которых включились в современную миграцию. Соленосные пустынные горы известны в Ферганской котловине, Таджикской депрессии, Кочкорской, Нарынской впадинах Киргизии, долине Аракса. Ландшафт чрезвычайно своеобразен, т.к. здесь по всюду проявляется не только размывающая, но и растворяющая деятельность воды, разбивается соляной карст, грунтовые и поверхностные воды представляют собой рассолы. Выходы источников отмечены отложениями солей, ручьи текут в соляных руслах и имеют соляные берега. Большая часть источников и ручьев летом пересыхают, и их бывшие русла выделяются белыми лентами соли, солепадами, солевыми конусами выноса. Кора выветривания пропитана солью, это тот редкий случай, когда даже элювий содержит наиболее энергично выносимые соединения хлоридов и сульфатов натрия. Еще больше солей содержат делювий, пролювий и аллювий. Почвы сильно засолены, на них не растут высшие растения, только кое-где по понижениям встречаются редкие солянки. Типоморфные элементы автономного ландшафта - это натрий, хлор, в меньшей степени сера. Почва - остаточный литогенный солончак, образование которого не связано с накоплением солей из грунтовых вод. Подчиненные ландшафты представлены соляными ручьями, озерами и солончаками,

соленаккумуляция в понижениях рельефа особенно мощно. Воздух содержит соленую пыль, которая создает соляную мглу. Таким образом, и автономный, и подчиненный элементарные ландшафты характеризуются одними и теми же типоморфными элементами.

В сельском хозяйстве соленосные горы не используются, но представляют интерес как соляные месторождения и курорты.

Даже в условиях пустынного климата соленосный автономный ландшафт неустойчив, он быстро переходит в другие типы. Так как для соленосных отложений характерна ассоциация каменной соли с пластами гипса и ангидрита, то в результате выноса из коры выветривания NaCl в коре относительно накапливается гипс. В результате на многих соляных месторождениях образуется «гипсовая шляпа». После выноса NaCl меняется и химический состав вод - минерализация их резко уменьшается, они становятся сульфатно - кальциевыми. В таких ландшафтах развита пустынная или степная растительность. Это степные или пустынные, но не примитивно - пустынные ландшафты.

ЛАНДШАФТЫ СОЛЯНЫХ ОЗЕР И ШОРОВЫХ СОЛОНЧАКОВ (примитивные пустыни с хлоридно-сульфатными и соленосно - сульфидными классами водной миграции). Соляные озера содержат более 3,5% солей. Озера, содержащие солей 0,1 - 3,5%, называются солоноватыми. По характеру засоления выделяются три основных типа - содовый, сульфатный (наиболее распространенный) и хлоридный. Накапливаются и редкие элементы испарительной концентрации. При высокой концентрации солей в воде существование высших растений невозможно. Значительно выносливее водоросли, которые развиваются во многих соляных озерах. К высокому содержанию солей приспособились рачки и другие животные. Отмирая, эта органическая масса поступает на дно, где в анаэробном разложении большую роль играют сульфатредуцирующие бактерии. Выделение сероводородного газа местами столь значительно, что воздух над озером также обогащается этим газом. Содержание органических веществ в илах обычно невелико 1 - 5%, для них характерно высокое содержание коллоидов (20%). Черные (от гидротроилита) соляные грязи с запахом сероводорода имеют большое бальнеологическое значение, многие известные грязевые курорты используют именно такую грязь, добываемую со дна озера или из солончаков, где также развита де-сульфуризация (о. Сакское в Крыму, о. Эльтон в Прикаспийской низменности, Одесские лиманы, солончак Оксукон в Ферганской долине, о. Тамбуканское около Пятигорска и др.). Лечебные грязи характерны для пустынь и степей, во многих районах могут быть созданы новые грязевые курорты.

При особо высокой концентрации солей в воде последние в ходе испарения откладываются на дне озер, образуя пласты соли. При этом происходит закономерное изменение состава воды и осадков, подчиняющееся сложным физико-химическим закономерностям. Особенно разнообразен состав солей в тех районах, где солесборная площадь сложена легко выветриваемыми породами, где для нее характерны горячие глубинные источники, вулканическая деятельность (современная или древняя). Месторождения полезных ископаемых, содержащие легко подвижные элементы.

Соляные озера, приуроченные к соляным куполам, особенно богаты поваренной солью и содержат крупные промышленные ее запасы (например, о. Эльтон и Баскунчак). Некоторые соляные озера содержат воду только весной или в начале лета, с наступлением летней жары они пересыхают и превращаются в шоровый солончак. Поверхность последнего покрыта белой, слепящей глаз коркой соли, местами растрескавшейся и вздувшейся. Своеобразны шоровые солончаки над нефтяными месторождениями. Подземные воды, связанные с нефтяными залежами, обычно сильно минерализованы, содержат много хлоридов и мало сульфатов, обогащены иодом, радием и другими редкими элементами, содержат специфические нефтяные

кислоты и другие органические соединения. При испарении таких вод на поверхности образуются шоровые солончаки с пониженным содержанием сульфатов, которые сильно разрушены сульфатредуцирующими бактериями. Содержание хлоридов, битумов, оида, нафтеновых кислот, напротив, повышено.

Горячие подземные воды, связанные с вулканизмом, содержат повышенные количества бора, лития, вольфрама и других редких элементов, которые в пустынях накапливаются в озерах и солончаках. Таково уникальное соляное озеро (солончак Серлз в Калифорнии), рассолы которого содержат литий, бор, калий, бром, вольфрам, мышьяк, фтор, сурьму и другие редкие элементы. Преобладающим минералом является NaCl, но много также Na₂CO₃. Источник солей в озере - третичные осадочно-вулканогенные породы и гидротермы.

Таким образом, классы, роды и виды - солончаковых ландшафтов и соляных озер тесно связаны с геологическим строением, где не только испарительная концентрация пресных вод обогащает территории солями, а в ряде случаев основной их источник залегает на большой глубине и поступление элементов в ландшафт происходит по разломам. Типоморфными элементами соляных озер и шоровых солончаков являются натрий, хлор, сера, а местами бор, калий, марганец и другие элементы. Для ряда ландшафтов этого типа к числу типоморфных соединений относится и сероводород. По обеспеченности бика водными мигрантами соляные озера и шоровые солончаки являются антиподами полесских ландшафтов. Там низкая биологическая продуктивность определялась недостатком водных мигрантов, а здесь - избытком.

ЛАНДШАФТЫ КАМЕНИСТЫХ ПУСТЫНЬ (гамады) И ЛАНДШАФТЫ ГЛИНИСТЫХ ПУСТЫНЬ (такы-ры). Очень низка интенсивность бика в крайне аридных азиатских регионах, где распространены наиболее безжизненные каменистые пустыни -гамады. Обычно их плоская или слабо-наклонная поверхность, образованная щебнем, лишена высшей растительности и покрыта слоем черного пустынного загара. Под светлыми кварцевыми обломками, пропускающими свет, встречаются зеленые водоросли. Под щебнем залегает карбонатная пористая корка и подкорковый гипсовый горизонт, иногда со скоплениями легко растворимых солей. Соли имеют либо субэвральное, либо реликтовое гидроморфное происхождение. В глинистых пустынях депрессии рельефа с глубоким уровнем грунтовых вод нередко заняты такырами, на которых периодически застаиваются атмосферные воды. Высшей растительности здесь нет, и бик связан с лишайниками и водорослями, биогенная аккумуляция не выражена. Такыры обычно солонцеваты, в них имеется гипсовый горизонт.

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ЛАНДШАФТЫ СОЛЯНОКИСЛОГО КЛАССА. После извержений вулканов в течение длительного времени происходит выделение H₂O, HCl, H₂S, CO₂, SO₂ и других газов. Часть их непосредственно выделяется в атмосферу, а часть, растворившись в подземных водах, определило существование кислых термальных источников. В Курильской гряде в районе вулкана Эбеко на острове Парамушир, К.К. Зеленов, обнаружил чрезвычайно интересный комплекс явлений. Вода термальных источников здесь имеет рН=0,20 - 1,0 и солянокислый состав, где хлора содержится до 45 г/л. Подобные воды глубоко изменяют вмещающие их породы, из которых извлекаются такие химические элементы, как железо, алюминий, титан, кальций, магний, натрий, калий и другие элементы, здесь происходит отбеление пород, в которых остается почти чистый SiO₂. Термальные воды содержат до 3 г/л алюминия и 1 - 0,5 г/л железа, они обогащены титаном. Воды ручьев, рек и озер солянокислые, богатые алюминием и железом. За счет выпадения атмосферных осадков в реках и озерах происходит постепенное уменьшение кислотности. В озерах осаждается лимонит, образуя руды железа. Частично лимонит осаждается и в местах выхода алюминиевых источников, которые вместе с водой рек выносят алюминий в Охотское море. В щелочной

среде Охотского моря образуется коллоидная взвесь - $Al(OH)_3$. Анализ взвеси не далеко от устья р. Юрьева показал, что она на 89% состоит из Al_2O_3 (не считая морских солей и гидратной воды). Такие ландшафты солянокислого класса, хотя и не занимают больших площадей, широко распространены в вулканических областях. Во многие геологические эпохи подобные ландшафты были распространены шире, чем в настоящее время, их роль в развитии планеты, вероятно, была значительной.

БИОГЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ ВЕЧНЫХ СНЕГОВ. Красный, зеленый, желтый, коричневый и прочий цветной снег встречается на Новой Земле, Земле Франца – Иосифа и в других районах Арктики, в зоне вечных снегов Кавказа, Алтая, Камчатки. Пятна окрашенного снега занимают десятки квадратных метров и квадратных километров. Это явление вызвано водорослями, грибами и бактериями. Большую часть времени они бездействуют, но стоит только оттаять верхнему слою снега, как начинается бик - бурное их размножение, образование и разложение органического вещества. В результате талая вода обогащается CO_2 , органическими соединениями. Естественно, что биологическая продуктивность ничтожна, организмы находятся в слишком неблагоприятных условиях (низкие температуры, бедность минерального питания). Ландшафт близок к абиогенным ландшафтам вечных снегов и льдов.