

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(СПбГУ)

Институт Наук о Земле

Кафедра физической географии и ландшафтного планирования

**Крылова Анастасия Андреевна**

**Ландшафтная структура Западного Саяна**

Магистерская диссертация  
по направлению 021000 «География»

Научный руководитель:  
д. г. н., проф. С. Н. Лесовая

\_\_\_\_\_ 2016  
«\_\_»\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой:  
д.г.н., проф. К. В. Чистяков

\_\_\_\_\_ 2016  
«\_\_»\_\_\_\_\_

Санкт-Петербург  
2016

## Содержание

Введение .....	3
Глава 1. Физико-географическая характеристика Западного Саяна .....	5
1.1. Географическое положение .....	5
1.2. Орoграфия .....	6
1.3. Геологическое строение и история развития территории .....	7
1.4. Климат .....	9
1.5. Поверхностные воды .....	12
1.6. Растительность и почвы .....	13
1.7. История исследования региона .....	15
Глава 2. Объекты и методы исследований .....	17
Глава 3. Ландшафты Западного Саяна .....	21
3.1. Лесные геосистемы .....	22
3.2. Тундрово-гольцовые геосистемы .....	34
3.3. Степные геосистемы .....	37
3.4. Геосистемы речных долин .....	38
3.5. Заболоченные геосистемы .....	39
Глава 4. Анализ ландшафтной структуры .....	42
Глава 5. Изменение структуры таежного пояса Западного Саяна .....	59
Заключение .....	64
Список литературы .....	65
Приложения .....	68

## Введение

Актуальность всесторонних исследований природы труднодоступных и в силу этого малоизученных районов, таких как Западный Саян, обусловлена растущими темпами вовлечения территории юга Сибири в хозяйственную деятельность в последние десятилетия. Универсальный характер ландшафтных исследований, наиболее полно отражающий разнообразие природных условий территории, определяет широкие возможности их практического применения. Необходимость детального изучения ландшафтов продиктована современными требованиями к качеству экологических экспертиз, оценке возможных рисков активизации неблагоприятных природных процессов, прогнозу реакции отдельных компонентов природы и геосистем в целом на антропогенное воздействие. Выявление специфики ландшафтной структуры выступает в качестве исходной модели для физико-географического районирования.

Целью настоящего исследования было выявление особенностей ландшафтной структуры Западного Саяна на примере ключевого участка, расположенного в центральной части горного хребта.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- сбор и анализ фондовых материалов (литературные и картографические источники) по данному региону;
- обработка материалов полевых исследований;
- составление среднемасштабной ландшафтной карты;
- составление изолинейной модели рельефа;
- создание полигонального слоя экспозиций мезоформ рельефа при использовании ЦМР в соответствии с заданными классами;
- количественный анализ высотного и экспозиционного распределения геосистем;
- оценка типологического и пространственного разнообразия геосистем с помощью статистических методов;
- сравнение степени сходства структуры высотных ступеней северного и южного макросклонов;
- выявление основных направлений изменения таежных геосистем;
- составление карты-реконструкции основных типов геосистем Западного Саяна на вторую половину XX века с последующей оценкой размаха трансформаций.

Поставленный круг задач был решен с помощью различных технических средств: карты выполнялись путем использования ГИС (MapInfo, QGIS, ArcGIS) и программы

графического дизайна (CorelDraw), для работы с таблицами и расчетов использовался Microsoft Excel.

При подготовке магистерской диссертации были использованы материалы полевых исследований, в которых автор принимала участие, многочисленные литературные источники, общегеографические и тематические карты, а также электронные ресурсы: картографический веб-сервис Bing Maps, картографический веб-сервис Google Maps и радарные снимки SRTM, которые находятся в свободном доступе).

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Список литературы включает 56 наименований. Общий объем работы составляет 73 страниц, включая 36 рисунков, 9 таблиц и 4 приложения.

# Глава 1. Физико-географическая характеристика Западного Саяна.

## 1.1 Географическое положение

Западный Саян - горная система протяжённостью 650 км в южной части Сибири (рис. 1). Здесь преобладают средневысотные горные хребты, расчлененные густой сетью глубоких, эрозионных речных долин. Высота хребтов изменяется от 1000 до 2000 м. По орографическим особенностям Западный Саян, Восточный Саян и Минусинская котловина составляют Саянскую область, которая в свою очередь входит в Алтае-Саянскую горную страну.

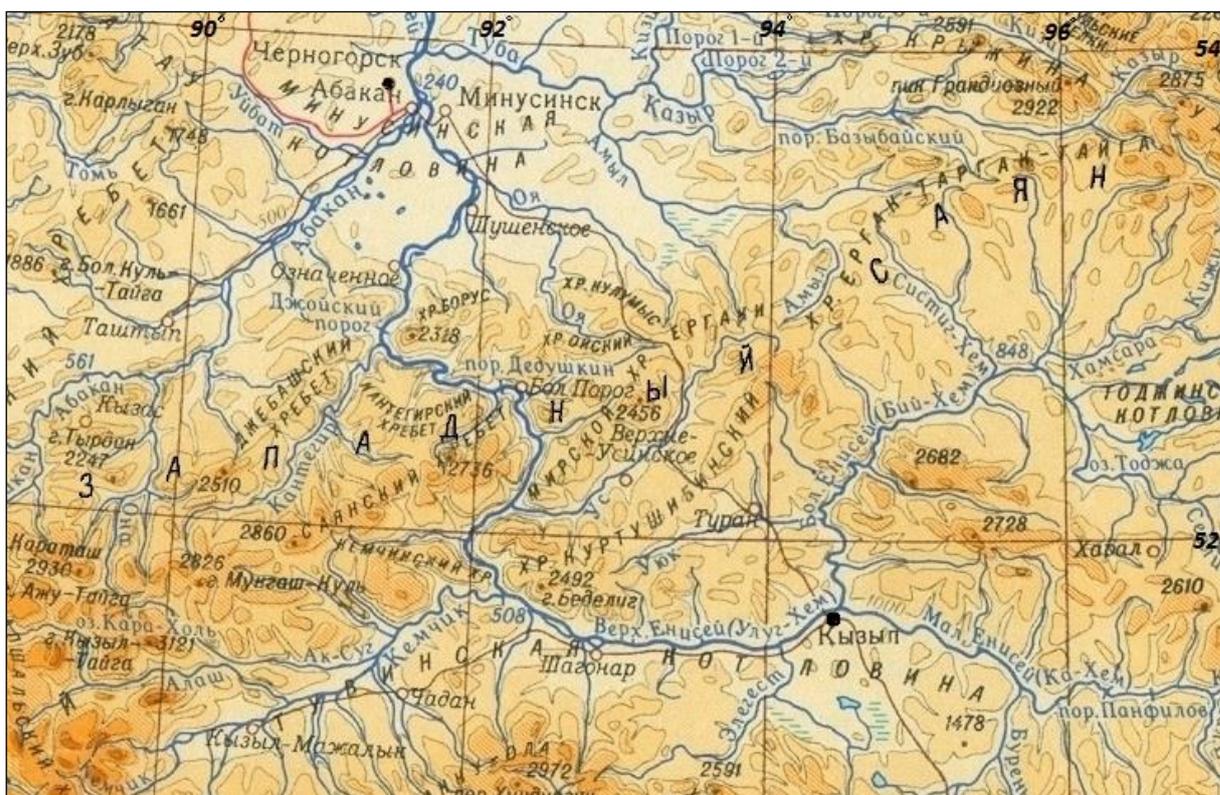


Рис.1 Физическая карта Западного Саяна. *Источник: Атлас СССР, 1983 г*

Административно, Западный Саян расположен на юге Красноярского края и на севере Тувы, эти территории были очень давно освоены людьми. В целом, Алтае-Саянская горная страна является уникальной историко-культурной областью нашей страны, которая с древних времен служила центром формирования многих этносов и своеобразным путем транзита при переселении народов. «Следы» этих исторических и этнографических процессов дошли до наших дней в виде комплексов курганов, комплексов поминальных сооружений, каменных изваяний, городищ и наскальных изображений. [Горы и люди...2010]

Территория богата полезными ископаемым. В последнее время активно ведутся работы по освоению новых месторождений, что обуславливает увеличение

антропогенной нагрузки на ландшафты. Также территория имеет большой потенциал по запасам гидроэнергии, земельных и рекреационных ресурсов.

## 1.2. Орография

Западный Саян образован системой хребтов, простирающихся преимущественно в северо-восточном направлении, постепенно сужающейся с 200 до 80 км, от района стыка Абаканского и Шапшальского хребтов, до стыка с хребтами Восточного Саяна в верховьях рек Казыр, Уда и Кижигем (рис. 2). Главный водораздельный гребень, на западе представлен хребтом Сайлыг-Хем-Тайга (до 2826 м), в средней части проходит Саянский хребет (до 2860 м), здесь, в него врезана узкая глубокая долина Енисея. Крайним самым восточным из западносаянских хребтов является Ергак-Таргак-Тайга, высота его 2300-2500 м. Высшая точка Западного Саяна – гора Кызыл-Тайга (3121 м), расположена на Саянском хребте. От главного водораздельного хребта в разных направлениях отходят многочисленные крупные отроги. Горные вершины имеют вид как альпийского типа, так и столовых высот.

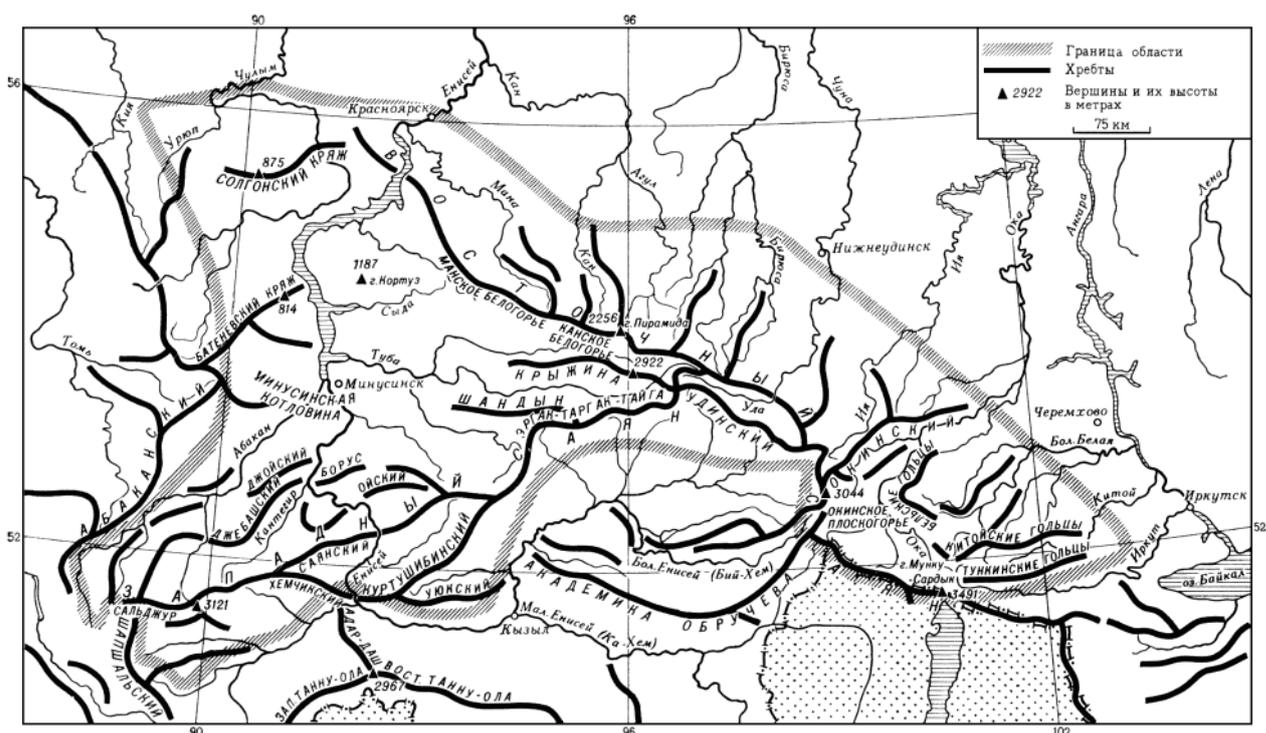


Рис 2. Орографическая схема Саянской области. *Источник: Гвоздецкий, 1987*

Обширные пространства занимают межгорные котловины, разделенные низкогорными и среднегорными массивами. К северу от Западного Саяна простирается Минусинская котловина, в пределах которой выделяется несколько соединяющихся между собой впадин. Минусинская котловина имеет всхолмленную поверхность, представляющую собой, серии увалообразных возвышенностей, цепей и групп

невысоких гор и холмов, разделенных пониженными участками дно которой лежит от 150 до 250 м. Южнее Западного Саяна расположена Тувинская котловина, разделяющая Западный Саян и хребты Танну-Ола. Высота днища 500-600 м. Так же имеют место и небольшие, локальные, межгорные котловины, такие как Усинская, Турано-Уюкская и др. [Маринин, Самойлова, 1987]

### **1.3. Геологическое строение и история развития территории.**

Складчатые сооружения Западного Саяна создавались в период каледонской складчатости. Западно-Саянская позднекаледонская складчатая система субширотно простирается в центральной части Алтае-Саянской складчатой области, дугообразно изгибающаяся на западе с двух сторон ограничена разломами. Система состоит из трех структур: на севере и на юге находятся относительно приподнятые структуры, Джебашский и Куртушибинский антиклинории, а в центре располагается Усинский синклиорий (рис. 3). Складчатое сооружение сложено комплексом пород большой мощности, охватывающим интервал времени от венда, в некоторых источниках от самых верхов рифея до позднего ордовика или раннего силура. [Короновский, 2011]

Мощная толща зеленых сланцев в Джебашском антиклинории считается кембрийской, и в его западной части широко хорошо развиты офиолиты, как и в Куртушибинском. Распространены базальты, диабазы, кремнистые и глинистые сланцы. Выше по разрезу они сменяются зеленоцветной толщей андезибазальтовых туфов. В позднем кембрии – раннем силуре, особенно в Усинском синклиории, накапливаются мощнейшие до 15-17 км, однообразные зеленоцветные терригенные флишоидные толщи с пачками известников. Весь комплекс Усинского синклиория сформировался в среднекембрийском – раннесилурийском междуговом бассейне. Испытав складчатость в середине силура, комплекс был перекрыт вулканической молассой<sup>1</sup> верхнего силура – среднего девона и красноцветной верхнего девона – нижнего карбона. Структура Западных Саян, в частности Усинского синклиория, ограничена салаирскими шовными поднятиями, которые образовались на месте вулканических остранных дуг. Джебышская и Куртушибинская структуры с офиолитами испытали надвигание соответственно к югу и к северу. [Короновский, 2011]

---

Моласса<sup>1</sup> (*фр. molasse*) - мощная (до нескольких километров) толща морских и континентальных преимущественно терригенных пород с неравномерным распределением обломочного материала, формирующаяся в коллизионной геодинамической обстановке, в том числе в условиях внутриконтинентального орогенеза. Термин введён Орасом Бенедиктом де Соссюром в 1779 году



#### 1.4. Климат

Климат Западного Саяна, расположенного во внутренней части Евразии, в умеренном поясе в континентальном секторе, складывается под действием циркуляционных процессов, развивающихся над Западной Сибирью. Различные экспозиции склонов с разной ориентацией их по отношению к направлению господствующего переноса воздушных масс, а также чередование хребтов с глубокими долинами и замкнутыми котловинами, определяет неравномерное распределение тепла и влаги, создающее своеобразную мозаичность местных климатических условий.

Вытянутость горной системы с юго-запада на северо-восток обеспечивает задержку арктических и атлантических влажных воздушных масс, что является причиной сильной циклонической активности на северном макросклоне Западного Саяна.

В летний период определяющее влияние оказывают циклонические образования атлантического происхождения, существенно снижающие естественную континентальность региона. В это же время получают развитие и местные циклоны [Поликарпов и др., 1986]. Влияние арктических воздушных масс в летний период сказывается периодическими понижениями температуры воздуха [Мягкова, 1983]. В это время выпадает основная масса осадков, из них большая часть на наветренных западных и северо-западных склонах. В зимнее время Западный Саян находится в сфере устойчивого сибирского и центрально азиатского антициклонов с холодными воздушными массами. Характеристика климатических особенностей территории проводилась на основе анализа данных некоторых метеостанций Западного Саяна. Их расположение показано на *рис. 4*. Основные климатические показатели по метеостанциям занесены в *таблицу 1*. Данные взяты из Справочника по климату СССР, 1966.

Таблица 1

Температура воздуха и годовое количество осадков.

Метеостанция	абс. высота, м	Температура воздуха, °С					ср. сумма осадков в год, мм
		январь	июль	ср. годовая	абс. max	абс. min	
1.Ермаковское	303	-18,9	18,5	0,6	39,0	-50,0	562
2.Оленья Речка	1404	-19,2	12,3	-3,6	38,0	-41,0	1327
3.Нижнеусинское	660	-29,0	16,4	-3,8	37,0	-52,0	364
4.Абаза	447	-16,7	18,1	-1,3	37,0	-47,0	495
5.Минусинск	251	-20,8	19,6	0,3	39,0	-52,0	351
6.Кызыл	626	-32,0	19,8	-3,4	38,0	-54,0	228

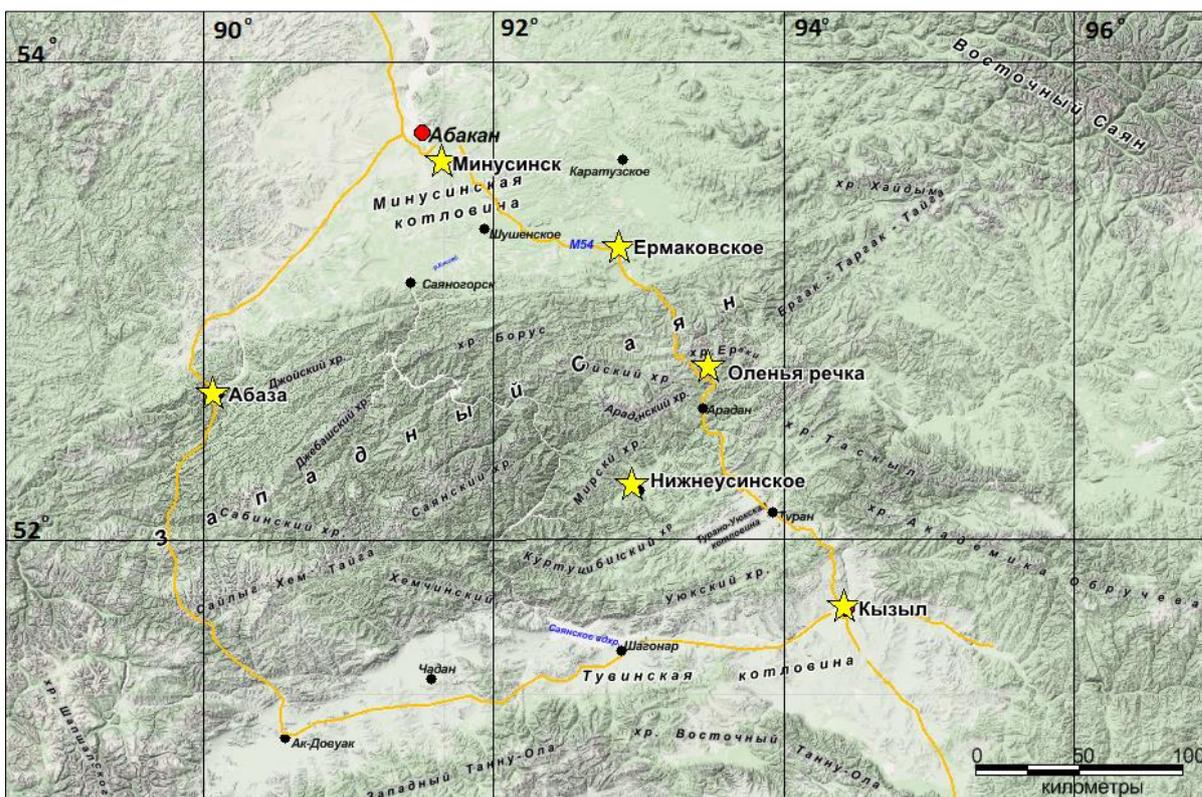


Рис.4 Схема расположения некоторых метеостанций.

★ - метеостанция

Термический режим территории является отражением сложной радиационно-циркуляционной обстановки и влияния форм рельефа. Средняя годовая температура в предгорьях не превышает  $3^{\circ}\text{C}$ . С подъемом в горы она понижается до отрицательных значений и на максимальных высотах опускается до  $-10^{\circ}\text{C}$ . В летнее время температура понижается с высотой на  $0,6-0,7^{\circ}\text{C}$  на каждые 100 м поднятия. [Горы и люди...]. Средняя температура самого холодного месяца (января) колеблется от  $-18$  до  $-32^{\circ}\text{C}$ , а самого теплого (июля)- от  $12$  до  $20^{\circ}\text{C}$ . В связи с тем, что территория находится в континентальном секторе, здесь ярко проявляются температурные перепады по сезонам, выраженные большими амплитудами абсолютных значений максимумов и минимумов, достигающие  $92^{\circ}$ . Межгорным котловинам характерен процесс инверсии температур. В зимнее время холодный воздух накапливается в межгорных котловинах, что дает низкие значения температур, например, в котловине с абсолютной высотой 626 м, температура может опускаться до  $-54^{\circ}$ , когда в то же время, на высоте 1400 м температура  $-19,2^{\circ}$ .

Условия атмосферного увлажнения также различны. Максимальное количество осадков получают северные склоны Западного Саяна, подверженные воздействию западных циклонов. Здесь на высоте 1000-2000 м выпадает до 1000-1300 мм осадков. Самые засушливые места – межгорные котловины (Минусинская, Усинская, Тувинская

и др), они получают за год около 200-300 мм осадков. Годовой ход распределения количества осадков на рассматриваемых метеостанциях, представлен на *рис.5*. График построен по данным справочника по климату СССР, 1966 г. Повсюду основная часть осадков приходится на летние и осенние месяцы, около 80 % годового количества осадков выпадает в теплый период, что связано с усилением циклонической деятельностью и западным переносам воздушных масс. Можно отметить, что на станциях Нижнеусинская и Кызыл наиболее выражена контрастность смены количества осадков по сезонам, что связано с расположением станций в межгорных котловинах, где наиболее выражена континентальность климата. Для метеорологической станции Оленья речка, расположенной выше остальных станций на отметке 1400 м, характерны не только низкие температуры воздуха, но и значительное количество осадков (до 1188 мм), а также сильные ветры. Зимой обычны метели, вследствие чего снежный покров распределяется по площади крайне неравномерно. На открытых участках он практически отсутствует, на подветренных склонах и в понижениях рельефа может скапливаться в огромных количествах. Такое распределение снежного покрова оказывает непосредственное влияние на формирование растительности. Снежки успевают растаивать только к концу лета, а в отдельные годы остаются и на следующую зиму. Снег выпадает и в летнее время.

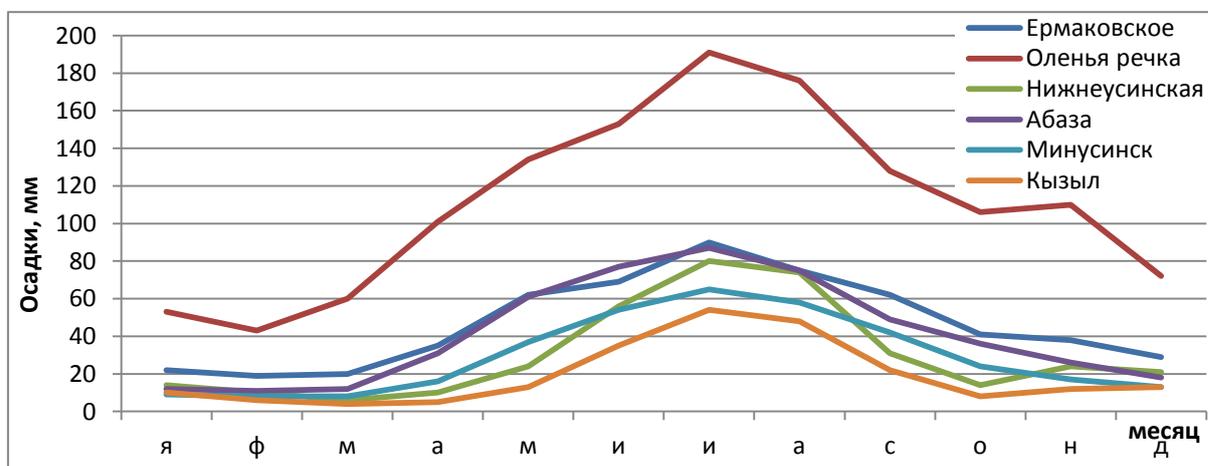


Рис 5. Годовой ход распределения осадков некоторых метеостанций.

Территорию Западного Саяна относится к «островному» типу распространения многолетней мерзлоты. Неодинаковое размещение снега на склонах различной экспозиции, характер растительности; изменение температуры воздуха с высотой, континентальность климата, все это влияет на степень и характер промерзания грунтов. В южной части Западного Саяна мерзлотные явления развиты гораздо шире и сильнее, чем в северной [Смирнов, 1970].

## 1.5. Поверхностные воды.

Реки Западного Саяна принадлежат к бассейну верхнего Енисея. Большинство из них начинается высоко в горах, и текут в узких, порой ущелистых долинах со ступенчатым продольным профилем. По характеру источников питания и режиму почти все они относятся к рекам алтайского типа, для которых характерно питание главным образом талыми снеговыми водами и летними дождями, длительное весенне-летнее половодье, объясняемое неодновременным таянием снежного покрова на разных высотах, и незначительный сток зимой. [Гвоздецкий, 1987]

Самая крупная река области – Енисей. Енисей протекает по территории Западного Саяна в узкой и глубокой долине. В Минусинской котловине река приобретает облик равнинной и, приняв здесь ряд крупных притоков, таких как Абакан, Туба и др., вновь уходит в скалистые ущелья отрогов Восточного Саяна. При выходе реки из гор, выше Красноярска, ширина ее более 1 км, а среднегодовой расход достигает почти 3000 м<sup>3</sup>/с. По своему режиму Енисей принадлежит к рекам восточно-сибирского типа и характеризуется сравнительно высоким весенним половодьем (уровень воды поднимается на 5-6 м), периодическими летне-осенними паводками и резким уменьшением стока в зимнее время (минимальный расход у Красноярска составляет всего 336 м<sup>3</sup>/с). [Гвоздецкий, 1987]

Из других крупных рек данной территории можно выделить реки Хемчик (320 км), Категир (210 км), Абакан (327 км), Ус (236 км), Амыл (257 км), Оя (254 км) и др.

В истоках почти всех рек встречаются озера, в основном ледникового происхождения: каровые, моренно-подпрудные или рожденные горными обвалами. Наиболее крупные озера: Усту-Дайырганныг-Холь и Дайырганныг-Холь, Кара-Холь - в бассейне р. Чаваш, Кара-Холь - в бассейне Алаша, Бедуй (Тайменное) - в бассейне Большого Абакана, Пазарым - на р. Каратош, Араданское и Буйбинское - на притоках р. Ус, Черное - в истоках р. Ус, Ойское - на р. Оя, Белое - в долине р. Уюк и др. В нижней части гор естественных озер почти нет. На месте древних долинных озер, имевших, доголоценовый возраст, раскинулись обширные болотные массивы. Наиболее крупные из них сосредоточены в долинах рек Амыл, Тюхтет, Шадат, Тайгиш, Кебезь, Киндырлык, Уюк, Стерлик, Чаваш.

## 1.6. Растительность и почвы.

Распределение растительности подчиняется закону вертикальной поясности. Для Саянской горной области, а в частности для Западного Саяна характерна своеобразная структура высотной поясности, характеризующаяся резкими различиями в растительном и почвенном покрове макросклонов южной и северной экспозиции.

Степная растительность распространена в межгорных прогибах, а именно в Минусинской и Тувинской котловинах, примыкающих к Западному Саяну с севера и с юга. В Минусинской котловине произрастают разнотравно-типчаково-ковыльные, лугово-разнотравные степи, мелкодерновинно-злаковые степи, так же встречаются остепненные луга, и закустаренные степи, на южных, обыкновенных и выщелоченных черноземах. Большинство этих территорий изменены человеком и активно используются в сельском хозяйстве. В составе растительного покрова преобладают злаки: ежа сборная (*Dactylis glomerata*), мятлик луговой (*Poa pratensis*), тонконог гребенчатый (*Koeleria gracilis*), житняк гребенчатый (*Agropyrum cristatum*). Обильны также таволжанка обыкновенная (*Filipendula hexapetala*), лютики (*Ranunculus sp.*), эспарцет сибирский (*Onobrychis sibirica*), люцерна серповидная (*Medicago falcata*) и степные астрагалы. Значительные участки заняты зарослями степных кустарников – караганы (*Caragana sp.*), спиреи (*Spiraea altaensis*), жимолости (*Lonicera sp.*), шиповника (*Rosa sp.*), и курильского чая (*Dasiphora fruticosa*) [Самойлова, 1973].

Степь Тувинской котловины расположена в условиях с более аридным климатом, поэтому приобретает вид опустыненной. Здесь преобладают полынно-злаковые, мелкодерновинно-злаковые с караганой, петрофильные сообщества на каштановых или маломощных черноземовидных почвах. Некоторые виды растений распространенных в этих условиях: биюргун (*Nanophyton erinaceum*), змеевка растопыренная (*Cleistogenes squarrosa*), прутняк простертый (*Kochia prostrata*) несколько видов полыньи (*Artemisia sp.*) пустынный качим (*Gypsophila desertorum*).

Лесостепной пояс окаймляет Минусинскую котловину по периферии, представляя собой чередование лесной и степной растительности. Закономерное чередование леса и степи приводит к образованию сложных по структуре растительных комбинаций лесостепного типа, связанных с формами мезорельефа. Лесостепной пояс формируется в условиях среднегорного денудационно-эрозионного рельефа и наиболее широко представлен в диапазоне абсолютных высот 300-500 м. Лесостепной пояс характерен также для останцов, отрогов горных хребтов, обрамляющие межгорные котловины. В основном здесь распространены вторичные леса из березы и осины или смешанные леса, в которых иногда встречаются и хвойные породы: сосна, сибирская лиственница,

ель и пихта с густым травянистым покровом. Под лесами формируются серые почвы и глинисто-иллювиальные черноземы, а под степной растительностью развиты черноземы выщелоченные.

На северном склоне Западного Саяна на высотах до 1000 м распространяется черневые леса. Они представляет собой хвойные с осиной и березой высокотравно-папоротниковые леса на дерновых почвах. Флороценотический комплекс черневой тайги складывается из видов неморальной группы: подмаренник душистый (*Asperula odorata*), копытень европейский (*Asarum europaeum*), чистец лесной (*Stachys sylvatica*), вороний глаз обыкновенный (*Paris quadrifolia*), овсяница высокая (*Festuca sylvatica*), коротконожка лесная (*Brachypodium sylvaticum*), из видов темнохвойного комплекса: борец северный (*Aconitum septentrionale*), горькуша широколистная (*Saussurea latifolia*), скерда лировидная (*Crepis lyrata*), альфредия поникшая (*Alfredia cernua*), фиалка двуцветковая (*Viola biflora*) [Озуреева, 1980].

Выше 600 – 700 м в более влажных районах преимущественно на северных и западных склонах преобладает темнохвойная тайга, состоящая из кедра, пихты, ели. Леса повсюду покрыты практически сплошным ковром различных мхов. Так же широко распространена травянистая растительность. Большие пространства горно-таежной зоны заняты высокотравными лугами, для которых особенно характерны различные зонтичные (дягиль - *Archangelica decurrens*, порезник - *Libanotis condensata*, борщевик - *Heracleum dissectum*), а также борец (*Aconitum excelsum*), живокость (*Delphinium elatum*), кипрей (*Chamaenerium an angustifolium*) [Озуреева, 1980]. Почвы здесь в основном альфегумусовые, представлены подбурами и подзолами. На южном макросклоне Западного Саяна темнохвойная тайга сменяется лиственнично-кедровыми и кедрово-лиственничными лесами, ближе к югу лиственничными с травянистым или мохово-травяным покровом на дерново-таежных почвах. В хвойные леса часто внедряются мелколиственные породы такие как береза, осина, ольха, они часто связанные с хозяйственной деятельностью человека, пожарами и ветровалами

Вблизи верхнего предела лесной зоны, почти всюду господствует кедр, но в восточных районах не редко вместе с кедром поднимается лиственница, почвы под криволесьями и разреженными лесами в основном перегнойно-торфяные и мерзлотные.

Растительный покров высокогорий однообразнее, чем на Алтае. [Гвоздецкий, 1987] Высокогорная зона начинается в Саянах на высоте от 1600 м. В нижней части зоны обычно располагаются заросли ерника, низкорослых кустарников - круглолистной березки (*Betula rotundifolia*) и различных ив, так же появляется кустарниковая ольха, золотистый рододендрон (*Rhododendron aureum*) и кедровый стланик. Субальпийские и

Альпийские луга занимают небольшие площади, обычно хорошо прогреваемых южных склонах или в верховьях речных долин. Эти луга характеризуются обедненным флористическим составом, здесь встречаются лютик алтайский (*Ranunculus altaicus*), купальница азиатская (*Trollius asiaticus*), горечавка бесстебельная (*Gentiana acaulis*), каменоломка проломниковая (*Saxifraga androsacea*), бадан саянский (*Bergenia sajanensis*). Плосковершинные хребты и нагорные плато Саян заняты горнотундровой растительностью, встречаются участки кустарниковые и мохово-лишайниковые тундры, в которых встречаются некоторые растения горных лугов – фиалка алтайская (*Viola altaica*), горечавка бесстебельная (*Gentiana acaulis*), зубровка альпийская (*Hierochloa alpina*), и др. Еще выше распространяются лишайниковые и каменистые тундры в сочетании со скальными выходами. Почвы в основном маломощные, горнотундровые, торфянисто-перегнойные мерзлотные, трфянисто-глеевые и горно-луговые. [Гвоздецкий, 1987]

### **1.7. История исследования региона**

Крупнейшие исследователи Сибири неоднократно посещали отдельные части Алтая, Саян и межгорных котловин (П.С. Паллас, П.А. Кропоткин, В.А. Обручев, В.В. Сапожников, И.Д. Черский, В.Л. Комаров и многие другие). Они составили первые описания природы Алтайско-Саянской страны. Разнообразие геологического строения, богатство полезных ископаемых, бурных рек, снежно-ледниковых вершин, растительности, животных давно привлекали внимание различных специалистов – исследователей природы. Большой вклад до 1917 г. внесли ученые Томского университета.

Алтайской горной области уделялось большее внимание, чем Саянской, поэтому территория Западного Саяна относится к участкам с неравномерной изученностью в отношении почвенно-географических, геоботанических и ландшафтных исследований. Наиболее крупными исследователями Алтае-Саянской горной стране в области геоботаники считаются труды Куминовой А.В. (1960 г) и Огуреевой Г.Н. (1980 г). Они занимались выделением высотных поясов растительности, типов поясности, ботанико-географическим районированием и анализом флоры, но опять же, бóльшее внимание уделялось Алтайской горной области.

Более интенсивные исследования отдельных районов Западного Саяна начались после включения юга Средней Сибири в районы промышленного освоения благодаря строительству крупнейших производительных комплексов как севернее, так и южнее Западного Саяна, а также строительству Саяно-Шушенской ГЭС с ее водохранилищем.

Усиленное использование природных ресурсов поставили вопросы об охране окружающей среды, в том числе и растительного мира. Растительность лесного пояса и его динамика изучалась сотрудниками Красноярского Института леса и древесины им. Сукачева СО АН СССР, ими были установлены высотно-поясные закономерности динамики лесообразовательного процесса, проходящего под воздействием природных факторов и антропогенных стрессовых нагрузок на лесные экосистемы. Подробный анализ флоры высокогорий Западного Саяна, изучение истории растительного покрова и перспективы его хозяйственного использования, были отражены в трудах Красноборова И.М (1976 г). Среди последних исследований можно отметить работы Бочарникова М.В. (2011 г), занимающегося систематическим изучением ботанического разнообразия высотно-поясного сектора.

Почвы Западного Саяна начали исследоваться с 1914 г. Благовещенским Н.В. Сусловым С.П., Петровым Б.Ф., Уфимцевой и др. В 50-60 х годах вышли работы Б.Ф. Петрова «Почвы Алтайско-Саянской области» и монография В.А. Носина «Почвы Тувы» ставшими фундаментальными работами по Алтайско-Саянской области. Почвенное районирование и систематика почв Западного Саяна находят свое место в книге М. П. Смирнова «Почвы Западного Саяна» (1970 г).

Комплексные ландшафтные исследования данной территории представлены в виде ландшафтной карты Алтае-Саянского экорегиона в масштабе 1:2000000, составленной Самойловой В.С. в 2003 г по материалам многолетних экспедиционных исследований и других предшествующих карт и атласов этого региона. Среднемасштабные ландшафтные карты некоторых особо охраняемых территорий расположенных в пределах Западного Саяна представлены в атласе ООПТ Сибири 2012 г. В последние годы территория горного хребта и прилегающих к нему котловин является областью интереса и объектом исследования географов Санкт-Петербургского университета. На протяжении нескольких лет проводятся комплексные ландшафтные исследования, на основе которых была выполнена данная работа.

## Глава 2. Объекты и методы исследований

Объектами исследования данной работы является и ландшафтная структура высотных поясов Западного Саяна. Под ландшафтной структурой понимается взаимное расположение составных частей в пространстве и упорядоченность смены их состояний во времени [Исаченко, 1965]. В первую очередь, для познания структуры определялись, и давались характеристики составных частей (т.е. ландшафтов).

В силу того, что система среднегорных хребтов Западного Саяна вытянута преимущественно в субширотном направлении на 650 км и находится на стыке двух климатических областей, степень разновидности ландшафтов здесь очень велика. Экспозиционные различия в совокупности с гипсометрическими, морфологическими и литологическими факторами усложняют ландшафтную структуру.

Выявление особенностей ландшафтной структуры Западного Саяна проводилось на основе анализа ландшафтной карты масштаба 1:500 000, составленной под руководством Зелепукиной Е.С. по данным полевых материалов, полученных в ходе экспедиций (2012-2014 гг.) географами СПбГУ, в которых автор принимала участие в 2013 году.

Закартированная территория, общей площадью более 16 тыс. кв.км, включает в себя два участка. Первый - водосборный бассейн р. Амыл (10 тыс. кв.км.), наиболее ярко демонстрирующий ландшафты северного макросклона Западного Саяна. Река Амыл, берущая начало на склонах Куртушибинского хребта, имеет длину 257 км, при слиянии с р. Казыр образует реку Тубу, впадающую в Енисей. Бассейн реки охватывает как горные территории, так и равнины Минусинской котловины. Второй участок – водосборный бассейн р. Ус (более 6 тыс. кв. км) отражает ландшафты южного макросклона Западного Саяна. Река Ус (236 км), являющаяся правым притоком р. Енисея, в районе впадения в Саяно-Шушенское водохранилище, образует Усинский залив. Она берет свое начало из карового Чёрного озера на северо-восточной оконечности Куртушибинского хребта.

Во время экспедиций по разработанной методике было сделано около 180 ландшафтных описаний, схема их расположения показана на *рис. 6*. В ходе полевых работ определялось:

- местоположение участка (координаты, высота, экспозиция);
- видовой состав древостоя по ярусам его состояние, высота, формула леса, проективное покрытие (%);



Выявление особенностей распределения геосистем по высотным ступеням и экспозициям, проводилось с помощью картографических и картометрических методов. Наложение ландшафтной карты и изолинейной модели рельефа, а также карты экспозиций форм мезорельефа (выполненной с использованием цифровой модели рельефа с разрешением 30 м в программе ArcGIS), позволило оценить площадное распределение геосистем по 100-метровым высотным уровням, а также проследить различия в распределении площадей некоторых геосистем в зависимости от ориентации склонов. Для более наглядного представления, полученные данные были отражены в виде графиков и гистограмм.

Для анализа ландшафтной структуры и изучения ее особенностей широко используются методы математической статистики [Александрова 1975]. При этом сравниваются свойства единиц низших рангов, а также их компонентов по таким показателям их распределения как средние значения, степень однородности, коэффициенты вариации, энтропия, частота встречаемости и взаимная сопряженность и др. [Викторов 1986,1998, Залиханов, Коломыц 2010, Ивашутина, Николаев 1969]. В данной работе были использованы некоторые из них.

Для оценки типологического разнообразия и пространственной неоднородности для каждой высотной ступени массива проведен анализ встречаемости различных геосистем (ландшафтов) и оценка меры ландшафтного разнообразия. Показателем типологического и разнообразия и пространственной неоднородности является энтропия. При расчетах использовалась формула [Волькенштейн, 1986] :

$$E = \sum_{i=1}^n (-P_i \cdot \log_2 P_i) \quad (1)$$

где,  $P_i$  – отношение суммарной площади одной геосистемы в пределах стометрового уровня к площади самого уровня,  $n$  - число геосистем на высотном уровне.

В целях количественной оценки особенностей высотного распределения групп растительности Западного Саяна был проведен сравнительный анализ структуры высотных ступеней, а также разных экспозиций макросклонов, для чего применялся коэффициент сходства ( $K_c$ ) и коэффициент различия ( $K_p$ ) долей площади разных групп растительности. Расчеты коэффициентов проводились по формуле:

$$K_c = \sum_1^n \min(P_a, P_b) \quad (2)$$

где  $n$ - число геосистем (на северном и южном склоне он разное)  $P_a, P_b$  – доли площади данных групп растительности на сравниваемых 200-метровых высотных интервалах  $a$  и  $b$ .

$$K_p = 1 - K_c \quad (3)$$

Выявление степени сходства проводилось с помощью кластерного анализа (методом «ближайшего соседа») [Дюран, 1977].

Временной аспект ландшафтной структуры, включающий эволюцию и динамику, подразумевает изменение системы, которая имеет обратимый характер и не приводит к перестройке ее структуры. Сюда можно отнести циклические изменения, происходящие в рамках одного инварианта (суточные, сезонные), а также восстановительные смены состояний, возникающих после нарушения геосистемы внешними факторами (в том числе хозяйственным воздействием человека) [Исаченко, 1965]. Используя данные полевых исследований, топографических карт и космических снимков с помощью картографических и картометрических методов были подсчитаны площади антропогенных, преобразованных ландшафтов, на основе чего была создана карта-реконструкция, дающая представление о распространении природных ландшафтов Западного Саяна на начало второй половины XX века.

### Глава 3. Ландшафты Западного Саяна.

Западный Саян относится к территории с северо-алтайским и центрально-алтайским типом высотной поясности, с преобладанием среднегорных бореально-таежных ландшафтов [Огурева, 1980]. Ключевой участок, на основе которого проводился анализ структуры ландшафтов Западного Саяна, охватывает как горные, так и примыкающие равнинные, иногда всхолмленные участки предгорий, общей площадью 16,2 тыс. кв. км. На исследованной территории выделены 8 типов местоположений (в легенде обозначены римскими цифрами *приложение 2*). Тип местоположения определяется преобладанием определенных мезоформ рельефа, подстилающего субстрата, характера увлажнения и режимом миграции вещества и влаги [Исаченко, Резников, 1996]. Самыми распространенными (56%) являются денудационные крутые и среднекрутые (8 - 15°) глубоко - и среднерасчлененные склоны (I), перекрытые супесчаными делювиальными, в нижних частях делювиально-коллювиальными отложениями разной мощности. Они приурочены к широкому диапазону высот от 500 м до 2200 м. Небольшие площади занимают пологие (4-8°) слабонерасчлененные склоны (II) (5%) и сглаженные вершины хребтов (III) (3%) которые наиболее распространены в интервале высот 800-1800 м. Холмисто-останцовые средне- и крутосклонные предгорья (IV) с частыми выходами коренных пород, перекрытые супесчано-суглинистыми делювиальными отложениями разной мощности занимают 1,2% и выделяются на высотах до 700 м. Коренные породы, как упоминалось в главе 1, имеют пестрый состав. Часто встречаются кембрийские кремнистые и глинистые сланцы, офиолиты, базальты, диабазы с многочисленными пачками известняков [Короновский, 2011]. Холмистые предгорья пологонаклонные, местами среднекрутые (V), перекрытые лессовидными суглинками большой мощности, расположенные в северных районах на высотах 200-700 м, занимают около 12% от исследуемой территории. Немного меньше, 11% приходится на плоские и слабоволнистые эрозионные равнины (VI), перекрытые супесчано-суглинистыми, местами лессовидными отложениями, большая часть которых расположена севернее хребта на высотах 200-500 м. В южных районах также встречаются равнины, но в более высоком интервале (600-800 м). Речные долины и дренированные поймы (VII), распространенные в большом диапазоне высот (от 200 м до 1700 м), занимают 9% от общей площади. Плоские слабодренированные межгорные понижения, ложбины, аккумулятивные днища озерных котловин (VIII) с избыточным увлажнением занимают менее 3% и встречаются в разных районах на отличающихся высотах. В северных

районах находятся крупные массивы Шадатского и Тюхтетского болот на высоте 200-400 м. В южных районах болота Гагульской котловины расположены на высоте 1000-1200 м. Небольшие высокогорные болота поднимаются до высоты 1600 м.

Распределение растительного и почвенного покрова определяется совместным проявлением гипсометрического, литологического, орографического и др. факторов. Многообразие растительных сообществ были объединены в группы в зависимости от доминирующих видов в различных ярусах, проективного покрытия. Сочетания местоположений, групп растительности и типа почв образуют ландшафтные единицы ранга урочище/группа урочищ, обозначенные в легенде арабскими цифрами (в работе часто в качестве синонима будет использоваться термин ландшафт). На ландшафтной карте выделено 37 ландшафтов (*Приложение 1,2*).

### 3.1. Лесные геосистемы

Большая часть исследуемой территории покрыта лесами, доля которых занимает 80%. Формирование лесных геосистем на стыке двух климатических областей определяет их большое разнообразие. В северных предгорных районах широко распространены мелколиственные леса ((11, 25, 27) - индексы соответствуют обозначениям на ландшафтной карте), а также мелколиственные леса с сосной (24, 28), хвойные высокотравные (черневые) (9, 22) и темнохвойные леса (7, 10, 17). Для хребтов, расположенных в центральном районе, характерны леса сложного состава, включающие темнохвойные, светлохвойные и мелколиственные древесные породы (6). На южных хребтах господствуют лиственничные леса (4, 15, 21). Помимо выше перечисленных, значительную долю занимают разреженные леса разного состава (5, 8, 16, 20), а также долинные (31,32,33) и заболоченные (37).

Таблица 2.

Основные типы лесов Западного Саяна.

Типы леса	Индексы в легенде	Кв.км	Доля,%
Темнохвойные	7,8,9,10,17,20,22	5220	39
Мелколиственные	11,23,24,25,27,28,37	3672	28
Лиственничные	4,5,15,16,21	1385	10
Леса сложного состава	6	1320	10
Долинные	31,32,33	1235	9
Нарушенные пожаром	13	490	4
<b>Итого</b>		<b>13322</b>	<b>100</b>

Наиболее распространёнными (1470 кв. км) являются темнохвойные леса (*таблица. 2*), из них господствуют *пихтово-кедровые* и *пихтовые разнотравно-кустарничково-моховые* на крутых склонах (7) (*рис. 7*). В первом древесном ярусе доминирует кедр (*Pinus sibirica*), высотой 20-22 м, во втором ярусе - пихта и кедр (15-

16 м), в подросте преобладает пихта (*Abies sibirica*) высотой до 2 м. Общее ПП (проективное покрытие) древостоя составляет 40%. Из кустарников встречается жимолость (*Lonicera altaicum*) (1,5 м) и рододендрон (*Rhododendron aureum*) (0,4 м). В напочвенном покрове (ПП около 40%) преобладают: бадан (*Bergenia crassifolia*), вейник (*Calamagrostis sp.*), черника (*Vaccinium myrtillus*), чемерица (*Veratrum lobelianum*), водосбор (*Aquilegia alpina*), молочай (*Euphorbia sajanensis*), бодяк (*Cirsium helenioides*), плаун (*Lycopodium annotinum*), седмичник (*Trientalis sp.*), шульция (*Schulzia crinita*) и др., средняя высота ТКЯ (травяно-кустарничкового яруса) 0,4-0,5 м. МЛП (мохово-лишайниковый покров) занимает до 70%, состоит из *Cladonia rangiferina*, *Cladonia sylvatica*, *Cetraria islandica*, *Dicranum sp.*, *Polytrichum sp.*, *Pleuroceum sp.*

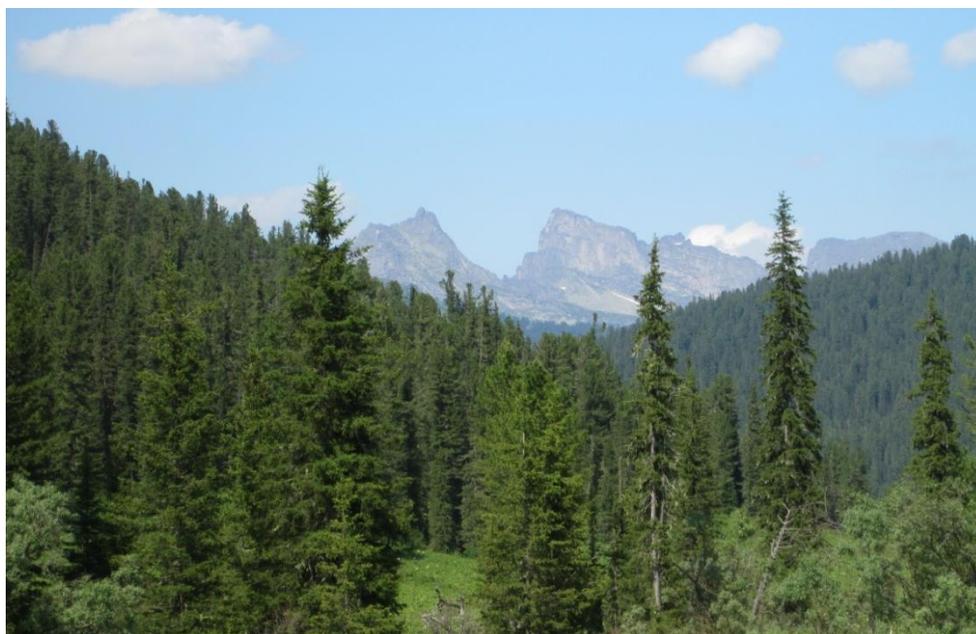


Рис.7 Пихтово-кедровый разнотравно-кустарничково-моховый лес (фото автора)

Названия почв в легенде ландшафтной карты даны в соответствии с классификацией почв России 2004 г. Многие используемые в данной работе литературные и картографические источники, отражающие почвенный покров исследуемой территории, содержат старые названия, которые иногда даже не коррелируют с новой классификацией [Смирнов 1970, Кочуров, Гречушкина 1980, Нац. Атлас почв РФ 2011, Почвенная карта РСФСР 1988 и др.], что вызывало определенные затруднения в диагностировании некоторых типов почв.

Составленная ландшафтная карта в данном масштабе картографирования отражает преобладающие типы почв. Под темно таёжными лесами наиболее распространены почвы альфегумусового отдела (подбуры и дерново-подбуры). Общими морфологическими характеристиками подбуров является не выраженная

дифференциация на горизонты, наличие охристо-бурых гумусовых и железисто-гумусовых кутан на поверхности минеральных зерен и щебня, легкий гранулометрический состав и высокая степень щебнистости. В результате генерализации ландшафтных описаний в легенде не нашли своего отражения другие, реже встречаемые в темнохвойных лесах типы почв, такие как: ржавоземы (AY-BFM-C), буроземы (AY-BM-C), литоземы грубогумусовые (AO-(C)-R), литоземы серогумусовые (AY-(C)-R), а также различные подтипы почв (*Классификация почв 2004*).

Пространственная дифференциация почв на уровне подтипа, обусловленная формами мезорельефа, запасами надземной фитомассы, режимом миграции и пр., может быть отражена только при более крупном масштабе исследований. Для этого в центральной части Западного Саяна между отрогами Ойского, Араданского хребтов и хребта Ергаки был заложен небольшой ключевой участок, который был закартирован в масштабе 1:100000. Для более детального изучения почв на северном склоне Араданского хребта была заложена катена, отражающая смену типов и подтипов почв на высотах от 1227 м до 1658 м (*рис. 8*).

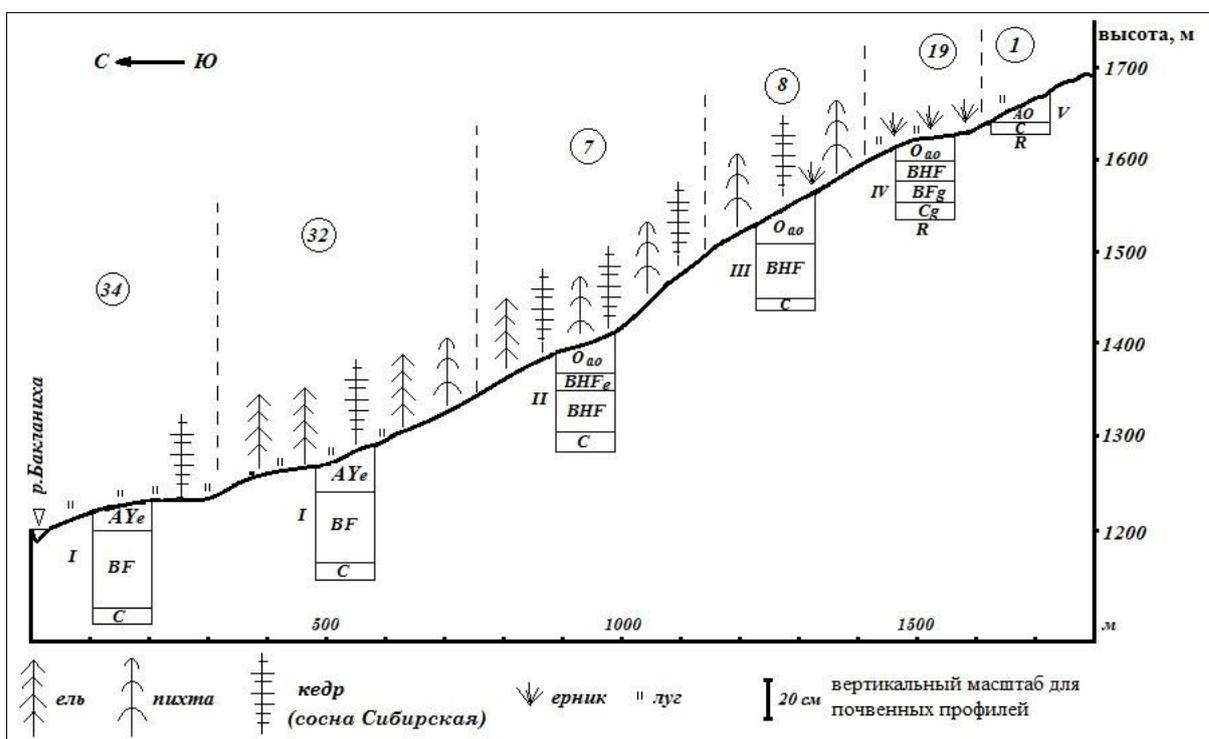


Рис.8 Катена на северном склоне Араданского хребта

Условные обозначения: (32) - номера геосистем соответствуют легенде ландшафтной карты  
 Почвы: **I** - дерново-подбур оподзоленный; **II** – подбур оподзоленный грубогумусированный;  
**III** – подбур грубогумусированный; **IV** – подбур глееватый; **V**-литозем грубогумусовый

К геосистемам, занимающим более 1,5 тыс кв. км. относятся *редкостойные пихтово-кедровые, часто с густым мелколиственным подлеском разнотравные леса* на крутых склонах (8) (рис. 9). Часто здесь встречаются следы пожаров, ветровалов, сломанные и поваленные деревья. В первом древесном ярусе (до 30 м) господствует кедр, во втором (до 20 м) пихта и кедр, сомкнутость деревьев варьирует от 0,3, местами до 0. На наиболее крутых участках склонов и в местах ветровалов сформирован ярус из кустарниковой ольхи (*Alnus fruticosa*) высотой до 4-5 м. Из кустарников также присутствуют: смородина черная (*Ribes nigrum*), *Lonicera altaica*, в подлеске иногда можно встретить рябину (*Sorbus aucuparia*). Травяно-кустарничковый ярус, высотой 0,3-0,7 м, достигает 70% ПП. Наиболее часто встречаются: борщевик (*Heracleum sibiricum*), лилия саранка (*Lilium martagon*), молочай (*Euphorbia pilosa*), володушка (*Bupleurum sp.*), горец (*Polygonum bistorta*), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys*), мытник (*Pedicularis sp.*), *Veratrum lobelianum*, несколько видов осок (*Carex sp.*). МЛП покрывает от 20 до 50%, распространен *Pleurozium schreberi* и *Rhytidiadelphus squarrosus*. Под разреженными густотравными лесами преобладают дерново-подбуры (АУ-ВНФ-С), также часто встречаются дерново-подбуры оподзоленные (АУе-ВФ-С) с достаточно мощным (12-18 см) серогумусовым (дерновым) горизонтом.

*Редкостойные пихтово-кедровые разнотравные леса* на сглаженных вершинах, перекрытых элювиальными отложениями (20) отличаются от редколесий на склонах (8) тем, что мелколиственный подрост и кустарниковая ольха встречается реже.



Рис.9 Редкостойный пихтово-кедровый разнотравный лес, на склоне с обилием кустарниковой ольхи (фото автора)

Значительные площади (1200 кв.км) занимают *мелколиственно-елово-кедровые с пихтой разнотравные, часто закустаренные леса* на крутых склонах (10). В первом древесном ярусе (30 м) преобладает береза (*Bétula pubéscens*), встречаются осина и

пихта. Второй ярус (20-25) слагает: пихта, ель и береза (*Picea abies*) иногда кедр. Подрост состоит из пихты и березы, иногда кедра, высотой 1,5-2 м. Кустарники, занимающие от 10 до 40% ПП, представлены черемухой (*Prunus padus*), бузиной (*Sambucus racemosa*), спиреей (*Spiraea sp.*), малиной (*Rubus idaeus*) и *Ribes nigrum*. ПП травяно-кустарничкового яруса достигает 70%, в него входят: мятлик (*Poa pratensis*), подмаренник северный (*Galium boreale*), герань лесная (*Geranium sylvaticum*), вороний глаз (*Paris sp.*), ясколка (*Cerastium sp.*), сивец (*Succisa pratensis*), дудник (*Angelica sp.*), ортилия (*Orthilia secunda*), хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum*), папоротник (*Athyrium filix-femina*), *Heracleum sibiricum*, *Calamagrostis sp.*, Мхами *Dicranum sp.*, *Pleurozium sp.*, *Mnium sp.* покрыто лишь 10% территории. Почвенный покров в большинстве представлен дерново-подбурами (АУ-ВНФ-С), иногда дерново-подбурами оподзоленными (АУе-ВФ-С).

На пологих склонах (4-8°) из темнохвойных лесов встречаются *пихтово-кедровые кустарничково-зеленомошные леса в сочетании с лугами* (17) которые занимают около 400 кв.км. Первый древесный ярус (до 17 м), с ПП 10% занимает пихта, второй ярус (8-10 м), а также и подрост (1,5-2 м) состоит из кедра и пихты. Лес имеет «рваный» облик, чередуется с высокотравными лугами. В напочвенном покрове леса преобладают разные виды папоротников (*Gymnocarpium dryopteris*, *Dryopteris carthusiana*, *Dr. filix-mas*), *Vaccinium myrtillus*, *Calamagrostis sp.* и также произрастает: щавель (*Rumex alpinus*), фиалка (*Viola altaica*), золотая розга (*Solidago virgaurea*), *Polygonum bistorta*, *Euphorbia sajanensis*, *Pedicularis flava*, на открытых местах (лугах) встречается: *Veratrum lobelianum*, *Aquilegia alpina*, *Euphorbia sajanensis* и *E. pilosa*, *Cirsium helenioides*, горечавка (*Gentiana pneumonanthe*), борец (*Aconitum altaicum*), уховник (*Ophioglossum vulgatum*), осока Шмидта (*Carex schmidtii*) и др. Мхи и лишайники распространены повсеместно (ПП 80-90%) встречается несколько видов *Polytrichum*, *Pleuroceum*, *Cladonia rangiferina*, *C. alpestris*, *Cetraria islandica*, на стволах - *Dicranum*. Почвы лесных участков представлены подбурами типичными (О-ВНФ-С), а луговых - дерново-подбурами (АУ-ВНФ-С), иногда литоземами серогумусовыми (АУ-С-Р). К отделу литоземов относятся маломощные почвы, состоящие из органогенного или гумусового горизонта не превышающего 30 см на щебнисто-мелкоземистой толще. Тип определяется по характеру верхнего горизонта и особенностям почвообразующих пород – силикатных или карбонатных (*Классификация почв 2004*).

К густым, сложно проходимым черневым лесам относятся *кедрово-пихтовые с елью и березой папоротниково-разнотравные леса* на крутых склонах (9) (*рис. 10*). Первый древесный ярус, поднимающийся до 30 м, состоит из пихты и березы, второй

(18-20 м) - из пихты, кедра березы и ели. Подрост слагает пихта, рябина и кедр. Из широко распространенных кустарников чаще встречаются бузина, черная смородина и спирея. В травяно-кустарничковом ярусе, занимающем 50-60% ПП, господствуют: *Dryopteris carthusiana*, *Dr. filix-mas* и *Calamagrostis sp.* (с ПП 40%), бор развесистый (*Milium effusum*), *Geranium sylvaticum*, голокучник (*Gymnocarpium dryopteris*), *Galium boreale*, *Trientalis sp.*, на выходах коренных пород широко распространен *Bergenia crassifolia* и др. МПП составляет около 20% и представлен: *Dicranum*, *Pleuroceum*, *Peltigera aphthosa*, *Usnea barbata*. Под черневыми лесами сформированы буроземы (АУ-ВМ-С), иногда буроземы оподзоленные (АУе-ВМ-С)



Рис.10 Кедрово-пихтовый с елью и березой папоротниково-разнотравный лес (фото Н.И. Амбурцевой)

В формировании структурно-метаморфических почв (буроземов) ведущими процессами являются оглинивание и ожелезнение, которые осуществляются в умеренных влажных климатических условиях с достаточным количеством тепла. Для буроземов характерен более тяжелый гранулометрический состав, чем у подбуров, яркие «теплые» тона окраски – ярко-бурые, желтые или коричневые, за счет новообразований минералов – оксидов и гидроксидов железа, также характерно различие в структурной организации минеральной массы почвообразующей породы и горизонта ВМ. (Классификация почв 2004).

К черневым лесам также относятся *пихтовые и кедрово-пихтовые с елью и березой разнотравно-зеленомошные леса* (22) на холмисто-останцовых крутосклонных предгорьях. Эти геосистемы при схожести растительного покрова с (9) отличаются тем, что здесь частые выходы коренных пород, перекрытые супесчано-суглинистыми делювиальными отложениями. В травяно-кустарничковом ярусе встречается меньше папоротников, но больше доля мохового покрова (60%). Из-за того, что коренные породы залегают, не глубоко и часто выходят на дневную поверхность, почвы

маломощные и сильнощебнистые, представлены литоземами серогумусовыми (АУ-С-Р).

Значительную площадь (более 1300 кв. км) покрывают сложные, *хвойные лиственнично-кедровые с елью и березой разнотравно-кустарничково-моховые леса* на крутых склонах (6). В первом ярусе (выше 20 м) преобладает ель и береза, также встречаются отдельные деревья кедра и лиственницы (*Larix sibirica*) (20% ПП). Второй ярус (15-17 м), занимающий 40% ПП, состоит примерно в равных долях из ели, березы, пихты, кедра и лиственницы. Такой же древесный состав имеет и подрост, покрывающий 30-40% ПП, высотой 3-5 м. Из кустов иногда встречается *Ribes rubrum* и *Lonicera sp.* Травяно-кустарничковый ярус не богат по видовому составу. Здесь произрастают: багульник (*Ledum palustre*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), грушанка (*Pyrola rotundifolia*), *Calamagrostis sp.*, *Lycopodium annotinum*. Средняя высота ТКЯ около 0,5 м, ПП – 50%. Мхи покрывают 80-90% поверхности, распространены: *Polytrichum*, *Pleuroseum*, небольшими участками встречается *Sphagnum*. Почвенный покров также неоднороден, наиболее распространены буроземы грубогумусовые (АО-ВМ-С), помимо которых встречаются подбуры (О-ВНФ-С) и ржавоземы грубогумусовые (АО-ВМ-С). Ржавоземы, как и подбуры не выделялись в классификации почв 1977 года, они частично соответствуют подтипам бурых лесных кислых грубогумусных и бурых лесных кислых грубогумусных оподзоленных почв. Ржавоземы относятся к железисто-метаморфическим почвам с диагностическим горизонтом ВFM, который характеризуется ржаво-бурой или охристой окраской, сформированный за счет ожелезнения на месте на щебнистом супесчаном субстрате. Почвы не дифференцированы по профилю, срединный горизонт имеет однородный цвет и гранулометрический состав (*Классификация почв 2004*).

Наиболее типичными для южных хребтов являются *лиственничные с березой, закустаренные, разнотравные леса* на крутых (4), а также на пологих слаборасчлененных склонах (15), вместе они занимают около 1100 кв.км. Первый древесный ярус (до 20 м) представлен в основном лиственницей с небольшой долей березы. Во втором ярусе помимо господствующей лиственницы и березы (16-17 м) иногда встречается ель (12-15 м), осина (*Populus tremula*) и кедр (8-12 м). В подросте растет лиственница, кедр, береза и осина. Общее ПП древостоя составляет 25-30 %. Кустарниковый ярус (ПП около 10-15%) состоит из акации (*Caragana arborescens*), *Spiraea sp.*, *Lonicera sp.*, шиповника (*Rosa sp.*) и ирги (*Amelanchier ovalis*). В травяно-кустарничковом ярусе преобладают: *Calamagrostis sp.*, василистник (*Thalictrum sp.*), чина (*Lathyrus gmelinii*), пион (*Paeonia anomala*), костяника (*Rubus saxatilis*), *Pyrola*

*rotundifolia*, черемша (*Allium sp.*), также встречается люпинник (*Lupinaster pentaphyllus*), *Geranium sylvaticum*, овсяница (*Festuca pratensis*), *Bergenia crassifolia*, *Galium boreale*, *Vaccinium vitis-idaea*. ПП ТКЯ составляет 40% со средней высотой 0,3 м. ПП мхов не велико – 5-10 %, в основном встречаются на пристволовых повышениях, пнях и поваленных деревьях. В различных литературных и картографических источниках, почвы лиственничных лесов данной территории названы по-разному. Смирнов М.П.(1970) характеризует их как горные лесные дерновые, Герасимова М.И.(2007) – горные лесные черноземовидные, на почвенной карте РСФСР (1988 г.) они обозначены как дерново-таежные насыщенные. В новой классификации 2004 года аналогов вышеперечисленных почв нет. Частично морфологические характеристики совпадают с органо-аккумулятивными почвами, поэтому было принято решение отнести их именно к этому отделу и диагностировать их как темногумусовые (АU-C), иногда серогумусовые (АУ-C) почвы. Почвенный профиль характеризуется мощным гумусовым горизонтом (более 30 см) плавно переходящим в почвообразующую породу.

Парковые разреженные лиственничные леса, часто закустаренные, в сочетании с разнотравно-злаковыми степями, встречаются как на крутых (5), так и на пологих (16) склонах (рис.11). Вместе они занимают 173 кв.км. На лесных участках в обоих ярусах (I- 15-18 м, II- 6-8 м) господствует лиственница, но также присутствуют отдельные деревья березы. Общая сомкнутость древостоя не превышает 15 %. В некоторых местах в подросте помимо лиственницы и березы можно наблюдать кедр высотой 2-4 м. Кустарниковый ярус (с ПП 20%) представлен: *Spiraea sp.*, *Lonicera sp.*, *Rosa sp.*, *Caragana arborescens*. ТКЯ с высотой от 0,3 до 0,7 м включает в себя: *Calamagrostis sp.*, *Thalictrum sp.*, тысячелистник (*Achillea millefolium*), бубенчик (*Adenophora sp.*), *Bupleurum sp.*, кровохлебку (*Sanguisorba officinalis*), клопогон (*Actaea cimicifuga*), *Lupinaster pentaphyllus*, *Galium boreale*, ястребинку (*Hieracium sp.*), мышиный горошек (*Vicia cracca*), незабудочник (*Eritrichium altaicum*), иван-чай (*Chamaenerion angustifolium*), хлопущку (*Silene vulgaris*). ПП травяно-кустарничкового яруса варьирует от 40 до 60%. Растительный покров степных участков представлен: *Bupleurum scorzonerifolium*, горошком заборным (*Vicia sepium*), короставником (*Knautia arvensis*), *Galium boreale*, ковылем (*Stipa sp.*), лапчаткой (*Potentilla erecta*), полынью (*Artemisia proceriformis*), *Chamerion angustifolium*, *Festuca pratensis*, земляникой (*Fragaria vesca*), тимофеевкой (*Phleum pratense*) и кострецом (*Bromus sp.*) и др.

Почвенный покров лесных участков представлен темногумусовыми почвами (АU-C), а степных – черноземами глинисто-иллювиальными (АU-BCA-Cca), также

встречаются темногумусовые органо-аккумулятивные почвы (*Классификация почв 2004*). Более подходящая характеристика почв для степной растительности на южных горных склонах была предусмотрена в Классификации почв 1977 г. В ней были выделены горные черноземы, характеризующиеся укороченным профилем, ярко-выраженной дифференциацией, мучнистой формой выделения CaCO<sub>3</sub> и более легким гранулометрическим составом [*Смирнов, 1970*].



Рис.11 Редкостойный лиственничный разнотравный лес (*фото автора*)

На сглаженных вершинах хребтов незначительную площадь (160 кв.км) занимают *лиственничные с кедром кустарниково-разнотравно моховые леса, часто разреженные* (21). В первом ярусе (20 м) беспрекословно доминирует лиственница, второй ярус (12-15 м) разделяют лиственница с кедром. В подросте господствует кедр. Из кустарников встречаются: курильский чай (*Pentaphylloides fruticosa*), *Lonicera altaicum*, *Rosa sp.* иногда их проективное покрытие достигает 40%. Напочвенный покров, занимающий 80-90% ПП, представлен *Aquilegia alpina*, *Veratrum lobelianum*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Chamerion angustifolium*, купальницей (*Trollius asiaticus*), ясколкой (*Cerastium sp.*), *Poa pratensis*, *Aconitum altaicum* и др. ПП мохово-лишайникового покрова составляет от 10 до 30 %, встречаются *Dicranum* и *Pleuroceum*. Почвы представлены в основном подбурами (АО-ВНФ-С), реже буроземами (АУ-ВМ-С) с маломощным профилем.

Помимо темнохвойных смешанных и светлохвойных лесов, большую долю занимают мелколиственные леса (740 кв.км). *Мелколиственные, иногда с кедром, елью или лиственницей, часто закустаренные разнотравные леса* на крутых склонах (11) и на холмисто-останцовых предгорьях (23), появившиеся на месте темнохвойных лесов, относятся к одной из стадий сукцессионного процесса. Первый древесный ярус (ПП

10%) состоит из березы, второй, с проективным покрытием 30-40% представлен в основном мелколиственными породами (березой, рябиной, ивой) с отдельными деревьями кедра и пихты. Часто встречаются кустарники: черемуха (*Prunus padus*), *Spiraea crenata*, *Ribes nigrum*. Травяно-кустарничковый ярус, покрывающий 60% ПП (со средней высотой 0,7-0,8 м), представлен: *Milium effusum*, *Calamagrostis sp.*, *Poa pratensis*, дудником (*Angelica sp.*), *Aconitum sp.*, *Equisetum sylvaticum*, скердой (*Crepis sp.*), *Euphorbia pilosa*, горькушей (*Saussurea pygmaea*), ландышем (*Convallaria majalis*), *Cerastium sp.*, *Succisa pratensis*, *Geranium sylvaticum*, звездчаткой (*Stellaria sp.*) и др. МЛП составляет лишь 10%, в основном по стволам деревьев. Почвы ландшафта (11) представлены дерново-подбурами (AY-BF-C), иногда дерново-подбурами оподзоленными (AYe-BF-C). Мелколиственные леса на холмисто-останцовых предгорьях (23) распространены на литоземах сегогумусовых (AY-C-R).

Наиболее распространенными (почти 900 кв.км) из лесов на холмистых предгорьях перекрытых лёссовидными суглинками, являются березово-сосновые разнотравные леса, в сочетании с разнотравно-злаковыми лугами (24) (рис 12). Похожие березово-сосновые леса растут на плоских, слабоволнистых равнинах (28) и занимают 312 кв.км. В первом древесном ярусе высотой 20-22 м (с ПП 20%) преобладает сосна (*Pinus sylvestris*) и береза, второй ярус слагают береза, сосна до 15 м и ель до 10 м. Подрост занимает менее 5 % ПП и состоит из березы, ели, сосны, ивы и рябины. Травяно-кустарничковый ярус, покрывающий 70-80% ПП (средняя высота 0,7 м), представлен: орляком (*Pteridium sibiricum*), *Heracleum sibiricum*, *Calamagrostis sp.* (вместе составляют до 40% ПП), также встречается горошек однопарный (*Vicia unijuga*), *V. sepium*, *Pentaphyllon lupinaster*, *Angelica sp.*, *Geranium sylvaticum*, *Galium boreale*, *Trollius asiaticus*, *Sanguisorba officinalis*, *Rubus saxatilis*, смолка (*Silene viscaria*), клевер (*Amoria repens*), *Succisa pratensis*, *Bupleurum sp.*, лютик едкий (*Ranunculus acris*), чина Гмелина (*Lathyrus gmelinii*) и др. Такие леса очень часто сочетаются с разнотравно-злаковыми лугами с проективным покрытием до 90%, на них произрастают такие виды как: ежа сборная (*Dactylis glomerata*), щучка (*Deschampsia cespitosa*), *Phleum pratense*, *Festuca pratensis*, *Milium effusum*, *Poa pratensis* (вместе занимают ½ ПП), также встречаются *Heracleum sibiricum*, *Trifolium rubens*, *T. repens*, *Stellaria sp*, *Angelica sp.*, *Artemisia sp.*, *Veronica chamaedrys*, *Vicia sepium*, *Lathyrus gmelinii*, *Thalictrum sp.*, *Galium boreale*, незабудка (*Myosotis sp.*), *Achillaea sp.*, герань луговая (*Geranium pratense*), лабазник (*Filipendula ulmaria*), черноголовка (*Prunella vulgaris*). Мхи и лишайники покрывают менее 5% (преимущественно на фауте). Почвенный покров лесных участков представлен темно-серыми почвами (AU-BEL-BT-

С), иногда серыми (AY-AEL-BEL-BT-C), а луговых – черноземами глинисто-иллювиальными (AU-BI-(BCA)-C(ca) (*Классификация почв 2004*).



Рис.12 Березово-сосновый лес в сочетании с разнотравным лугом (*фото автора*)

Серые почвы относятся к отделу текстурно-дифференцированных, характеризуются наличием в профиле текстурного горизонта BT и субэлювиального горизонта BEL. По гранулометрическому составу BT всегда тяжелее вышележащего, имеет многопорядковую ореховато-призматическую структуру и глинистые кутаны иллювиирования на стенках структурных отдельностей и трещин. Вышележащий горизонт BEL отражает элювиальную деградацию верхней части текстурной толщи. В отличие от темно-серых почв, в серых почвах под верхним гумусовым горизонтом формируется гумусово-элювиальный горизонт AEL, имеющий комковатую, иногда плитчато-комковатую структуру и более светлую, чем горизонт AY, окраску. Под луговой расительностью сформированы черноземамы глинисто-иллювиальные, имеющие в профиле два основных горизонта: темногомусовый и глинисто-иллювиальный. Второй, как правило, уплотнен, имеет призматично-ореховатую структуру. Присутствие карбонатов в профиле замечено не было, что характерно для этого типа почв

Также на холмистых предгорьях, перекрытых лёссовидными суглинками, распространены мелколиственные, иногда с сосной, богато-разнотравные леса (25). Их площадь около 800 кв.км. В первом древесном ярусе (20-25 м) преобладает осина и береза и сосна, иногда встречаются отдельные деревья ели, общее проективное покрытие первого яруса составляет 20-30%, второй ярус слагает береза, осина и сосна до 15-18 м (ПП 20%). Подрост (ПП 10-20%) представлен черемухой, ивой и кедром, не превышающим 2-2,5 м. Травяно-кустарничковый ярус (ПП 70%) имеет среднюю высоту 0,5-0,8 м. состоит из: *Thalictrum sp.*, *Milium effusum*, *Pteridium sibiricum*, *Dactylis*

*glomerata*, *Euphorbia sajanensis*, *Galium boreale*, *Equisetum sylvaticum*, *Phleum sp.*, *Stellaria sp.*, *Amoria repens*, *Heracleum sibiricum*, *Myosotis cespitosa*, *Succisa pratensis* и др. Мхи и лишайники не превышают 5%, распространены только на поваленных деревьях. В почвенном покрове преобладают темно-серые с мощным темно-гумусовым (до 40 см) горизонтом почвы (AU-BEL-BT-C).

На плоских, слабоволнистых эрозионных равнинах, перекрытых супесчано-суглинистыми, местами лёссовидными отложениями, простираются *мелколиственные (березово-осиновые), иногда с пихтой папоротниково-разнотравные леса в сочетании с высокотравными лугами* (27) (рис.13). Они занимают 690 кв.км. В первом древесном ярусе (20-22 м) господствует береза и осина, во втором, помимо березы, встречается кедр и пихта (15-17 м), иногда пихта отмечается и в первом ярусе, и в подросте. В состав ТКЯ входит *Pteridium sibiricum*, *Calamagrostis sp.*, вместе занимающие 40% ПП, также встречаются *Equisetum sylvaticum*, *Pedicularis sp.*, *Lycopodium annotinum*, *Thelypteris phegopteris*, *Thalictrum sp.* и др. Средняя высота ТКЯ 0,5-0,7 м. Мхами *Dicranum*, *Pleurozium*, *Polytrichum*, покрыто 40%.



Рис.13 Осиновый папоротниково-разнотравный лес (фото автора)

Почвенный покров представлен в основном темно-серыми (AU-BEL-BT-C), иногда в понижениях встречается подтип темно-серых глееватых почв (AU-BEL-BTg-Cg), где в нижнем горизонте, на уровне генетического признака, проявляется глеевый процесс в виде рыжих пятен. Луговые участки со средней высотой травостоя (0,5-0,7 м) представлены: *Heracleum sibiricum*, *Filipendula ulmaria*, *Angelica sp.*, *Artemisia sp.*, *Lathyrus gmelinii*, *Deschampsia cespitosa*, *Phleum pratense*, *Festuca pratensis*, *Prunella vulgaris*, *Trifolium rubens*, *T. repens*, *Stellaria sp.*, *Veronica chamaedrys*, *Vicia sepium*, *Thalictrum sp.*, *Galium boreale*, *Myosotis sp.*, *Achillea sp.*, *Poa pratensis*, *Geranium*

*pratense*, и др. Под ними сформированы черноземами глинисто-иллювиальные (AU-VI-(BCA)-C(ca)).

К общей площади лесных геосистем также были отнесены территории (500 кв.км), в недавнем времени нарушенные пожаром (13) (рис. 14). Древесный ярус еще не сформирован, появляются отдельные мелколиственные породы, часто встречается ива, в травянистом покрове преобладает иван-чай (*Chamerion angustifolium*), произрастает мятлик (*Poa pratensis*), хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum*), малина (*Rubus idaeus*), дудник (*Angelica sp.*) и др.



Рис.14 Выгоревший лиственный лес (фото Тараса Жука)

### 3.2. Тундрово-гольцовые геосистемы

Непокрытые лесом, оставшиеся территории распределяются между высокогорными геосистемами, степями и сельскохозяйственными угодьями, речными долинами и заболоченными ландшафтам.

Высокогорные ландшафты занимают чуть меньше 10% от всей исследуемой площади, в них входят: гольцовые комплексы (1,18), ерниковые тундры (3,14,19) и горные луга (2). К самым верхним частям крутых склонов, а также в верхним частям сглаженных вершин, приурочены *гольцы с пятнами петрофитного разнотравья, иногда альпийских разнотравных лугов* (1) (18), которые занимают около 550 кв.км. Они представляют собой сочетание скальных выходов горных пород, в некоторых местах покрытых накипными лишайниками, с небольшими участками низкорослых разреженных лугов с высотой травостоя 8-10 см. ТКЯ представлен горечавкой легочной (*Gentiana pneumonanthe*), прострелом альпийским (*Pulsatilla alpina*), каменоломкой (*Saxifraga sp*), горецем (*Bistorta vivipara*), минуарцией (*Minuartia sp.*) и др. Проективное покрытие ТКЯ не превышает 20-30%. Мохово-лишайниковый покров представлен разными видами *Cladonia* и составляет 10-20% ПП. Под небольшими

фрагментарными участками с разреженной растительностью, формируются слаборазвитые почвы - петроземы, они состоят из торфяно-подстилочного горизонта (О), не превышающего 5 см, на твердой горной породе (R), которая слабо затронута почвенными процессами; под луговой растительностью сформированы литоземы перегнойно-темногумусовые (АН-С-R) с маломощным профилем, не превышающим 15 см (*Классификация почв 2004*).

*Ерниковые разнотравно-зеленомошные тундры* встречаются как на крутых (3), так и на пологих склонах (14) (*рис. 15*). Вместе они занимают 537 кв.км. В этих ландшафтах около 80 % территории покрыто ерниками, из них на березу круглолистную (*Betula rotundifolia*) приходится 60-70%, также встречается рододендрон (*Rhododendron aureum*), ива (*Salix glauca*), иногда кустарниковая ольха (*Alnus fruticosa*) и кедровый стланик (*Pinus pumila*). Поверхности, свободные от ерниковых зарослей, заняты разнотравными лугами, которые представлены: *Pedicularis flava*, *Aquilegia alpina*, *Viola altaica*, *Festuca pratensis*, *Rumex alpinus*, *Euphorbia sajanensis*, голубикой (*Vaccinium uliginosum*), левзеей (*Rhaponticum carthamoides*), дриадой (*Dryas octopetala*) и др. Высота ТКЯ не превышает 20 см. Ближе к границе с лесом произрастают отдельно стоящие кедры (5-7 м). Мхи и лишайники покрывают более 80% территории, наиболее распространены: *Dicranum*, *Polytrichum*, *Pleurozium*, реже *Cetraria islandica*, щербнистые выходы пород заняты *Cladonia rangiferina*, *Cladonia sylvatica*. Почвенный покров ерниковых тундр на крутых склонах представлен сухо-торфяно-подбурами (ТJ-ВНF-С), иногда сухо-торфяно-подбурами оподзоленным (ТJ-ВНFе-С). На пологих склонах, распространены подбуры типичные (О-ВНF-С), зачастую, в более вогнутых местах, где происходит застой влаги, формируются подбуры глееватые (О-ВНF-ВFg-Сg) (*Классификация почв 2004*).



Рис.15 Ерниковая зеленомошная тундра (*фото Тараса Жука*)

На сглаженных вершинах хребтов встречаются *ерниковые разнотравно-моховые и мохово-лишайниковые тундры в сочетании с альпийскими лугами* (19) (142 кв.км.). Из-за выбранного масштаба карты, на данном типе местоположения, разделение лугов и тундр было невозможным, т.к. представляют собой пеструю «мозаику». Они сменяют друг друга в зависимости от форм микрорельефа и микроэкспозиций. Видовой состав ерниковых ассоциаций схож с описанием растительности ерниковых тундр (3, 14). Луга, распространенные вблизи снежников и на более прогреваемых участках, представлены *Aquilegia alpina*, *Festuca pratensis*, *Rhaponticum carthamoides*, *Pedicularis flava*, *Rumex alpinus*, *Euphorbia sajanensis*, *Vaccinium uliginosum*, *Dryas octopetala*, *Bergenia crassifolia*, *Carex pycnostachys*, *Schulzia crinita*, *Polygonum bistorta*, *Viola altaica*, ожикой (*Luzula multiflora*), *Gentiana pneumonanthe*, сиббальдией (*Sibbaldia procumbens*), *Pyrola alpina* и др. Высота луговой растительности не превышает 20-25 см. Мохово-лишайниковый покров занимает от 60 до 90% ПП. Лишайники, такие как: *Cladonia* и *Cetraria* распространены на каменистых россыпях и выходах коренных пород. Мхи в основном представлены *Pleurozium*, *Dicranum* и *Polytrichum*. Почвы тундровых участков представлены подбурами типичными (О-ВНФ-С), подбурами глееватыми (О-ВНФ-ВFg-Сg), иногда лепто-подбурами на близко залегающей плотной породе (Оао-ВНФао-М) [С.Н. Лесовая и др., 2008]; а луговых участков – литоземами перегнойно-темногумусовыми (АН-С-Р).

*Разнотравные луга, иногда закустаренные, с зарослями Alnus fruticosa* на крутых склонах, занимают 305 кв.км (2) (рис 16). ПП кустарника варьирует от 40% до 80%, высота их около 0,6-0,8 м, они представлены такими видами как: *Alnus fruticosa*, *Lonicera* sp., некоторыми видами карликовых ив (*Salix* sp.), *Betula rotundifolia*, *Rhododendron aureum*, также встречается подрост кедра до 0,5 м. Из луговой растительности преобладают: *Veratrum lobelianum*, *Equisetum* sp, *Aconitum altaicum*, *Rumex alpinus*, *Gentiana pneumonanthe*, дягиль (*Archangelica officinalis*), *Schulzia crinita*, *Bergenia crassifolia*, *Sanguisorba officinalis*, *Vupleurum* sp. *Stellaria* sp., *Euphorbia sajanensis*, *Trollius asiaticus* и др. Проективное покрытие ТКЯ - 40%, местами 60-70%. МЛП представлен некоторыми видами *Cladonia*, *Dicranum*, *Polytrichum*, покрывает 40-60% поверхности. Под закустаренными лугами сформированы литоземы перегнойно-темногумусовые (АН-С-Р).



Рис.16 Разнотравный высокогорный луг (фото автора)

### 3.3. Степные геосистемы.

На исследуемом ключевом участке степная растительность представлена на двух типах местоположений. *Разнотравно-злаковые, иногда закустаренные степи* на крутых склонах с выходами коренных пород (12), занимают 137 кв.км (рис.17). Они, как правило, приурочены к южным районам хребта. Около 30 % проективного покрытия составляют кусты *Amelanchier ovalis*, *Spiraea crenata*, и *Caragana spinosa*, высотой до 1 м. Травянистый ярус, со средней высотой 0,4 м, состоит из *Knautia arvensis*, *Phleum sp.*, *Eritrichium sp.*, *Vupleurum sp.*, *Dianthus deltoides*, *Veronica sajanensis*, *Galium verum*, остролодочника (*Oxytropis sp.*), *Artemisia frigida*, *Thalictrum sp.*, *Festuca pratensis*, чабреца (*Thymus sp.*), *Luzula sp.* *Sibbaldia procumbens* и др. Почвы представлены глинисто-иллювиальными черноземами (AU-BI-(BCA)-C(ca)), которые, в отличие от распространенных на севере, характеризуются небольшой мощностью гумусового горизонта (30-50 см), большой аккумуляцией карбонатов, повышенной щелочностью и легким механическим составом [Смирнов, 1970].

*Разнотравно-злаковые степи с небольшими участками мелколиственных разнотравных лесов на плоских равнинах* (29), расположены в основном в северной части и занимают всего 96 кв.км, т.к. основная их часть находится под сельскохозяйственными угодьями (826 кв.км). Растительность лесных участков схожа с описанными ранее мелколиственными лесами (27). Степная растительность представлена: *Stipa sp.*, *Galium boreale*, *Artemisia proceriformis*, *Chamerion angustifolium*, *Festuca pratensis*, зюзником (*Lycopus europaeus*), люцерной (*Medicago sp.*), *Veronica chamaedrys*, марьянником (*Melampyrum sp.*), *Phleum pratense*, *Achillea millefolium*,

пастушьей сумкой (*Capsella bursa-pastoris*), *Poa pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens* и др. Почвы - черноземы глинисто-иллювиальные (AU-BI-(BCA)-C(ca)).



Рис. 17 Разнотравно-злаковая сухая степь на крутом склоне (фото автора)

#### 3.4. Геосистемы речных долин

Речные долины занимают почти 1400 кв.км. На исследуемой территории были выделены долины с лесной растительностью (31,32,33), с луговой (34) и остепненные долины (35). *Еловые с лиственницей и березой, иногда с кедром разнотравные леса* (31), занимают 133 кв.км. *Еловые с кедром иногда пихтой, и с примесью мелколиственных пород папоротниково-разнотравные леса в сочетании с высокотравными лугами* (32) - 530 кв.км, *мелколиственные, иногда с сосной высокотравные часто закустаренные леса* (33), покрывают 572 кв.км. Распределение деревьев по ярусам, видовое соотношение, а также состав травяно-кустарничкового яруса, зависит в основном от климатических особенностей долины. В травяно-кустарничковом ярусе долинных лесов часто встречаются: таволга (*Filipendula ulmaria*), *Stellaria sp.*, *Deschampsia cespitosa*, *Equisetum sylvaticum*, *Calamagrostis sp.*, купырь (*Anthriscus sylvéstris*) разные осоки и папоротники. Под всеми лесами формируется аллювиально-гумусовая почва (AY-C<sup>~</sup>). Почвы этого отдела характеризуются регулярными отложениями слоев свежего речного аллювия разного гранулометрического состава.

Речные долины, занятые *субальпийскими лугами иногда в сочетании с ерниками* (34), покрывают 59 кв.км (рис. 18). Луга, имеющие высоту травостоя от 0,5 до 1 м, состоят из *Heracleum sibiricum*, *Veratrum lobelianum*, *Lilium martagon*, *Euphorbia pilosa*,

*Bupleurum sp.*, *Polygonum bistorta*, *Rumex alpinus*, *Poa pratensis*, *Geranium sylvaticum*, *Trollius asiaticus*, *Aconitum altaicum*, *Angelica sylvestris*) и нескольких видов осок. Почва - аллювиально-гумусовая (АУ-С<sup>~</sup>).

Разнотравные остепненные, иногда закустаренные луга в речных долинах (35) занимают 104 кв.км, в основном приурочены к южным районам. Встречаются кусты ивы, курильского чая, спиреи и смородины. В травяном ярусе произрастают: *Bromus sp.*, *Sanguisorba officinalis*, *Achillea millefolium*, *Vicia sepium*, *Phleum pratense*, *Deschampsia cespitosa*, *Artemisia vulgaris*, *Stipa sp.* и др. Почвенный покров представлен аллювиальными темногумусовыми почвами (АУ-С<sup>~</sup>).



Рис.18 Субальпийский высокотравный луг в долине реки Бакланиха (фото автора)

### 3.5. Заболоченные геосистемы

В плоских межгорных понижениях, ложбинах на слабодренированных террасах и поймах с длительным избыточным увлажнением были выделены 3 типа ландшафта. Маленькую площадь, всего 38 кв.км занимают *ерниковые разнотравно-зеленомошные заросли, в сочетании с разнотравными лугами* (36), расположенные на слабодренированных террасах высокогорных озер. Они представляют собой участки ерников, занимающих 30-50% ПП, состоящих из *Betula rotundifolia*, *Rhododendron aureum*, *Salix glauca*, *Lonicera altaica*, иногда с кустами *Alnus fruticosa* и редким кедром не выше 2 м, и участками лугов, в составе которых преобладает: *Sibbaldia sp.*, *Anthoxanthum sp.*, *Schulzia crinita*, *Lycopodium sp.*, несколько видов осок (*Carex pycnostachys*, *C. schmidtii* и др.), *Allium sp.*, *Poa pratensis*, *Bergenia crassifolia* и др. В связи с тем, что данный ландшафт имеет постоянное избыточное увлажнение, здесь развивается глеевый процесс почвообразования, т.о. формируются торфяно-глееземы

(Т-G-CG) под ерниками и перегнойно-глеевые почвы под лугами (Н-G-CG). Часто верхние горизонты подвержены мерзлотным процессам, проявляющиеся в виде криотурбирования.

В северных предгорных районах Западного Саяна, в ложбинах с протоками между холмами, встречаются *мелколиственные, иногда с сосной, осоково-разнотравные заболоченные леса* (37). Они занимают 236 кв.км. Проективное покрытие древесного яруса составляет около 10-15%. Встречается большое количество угнетенных, засушенных деревьев. Кусты ивы, высотой до 4 м, занимают до 10% ПП, иногда встречается черемуха и рябина. В травянистом ярусе, со средней высотой 0,5-0,6 м (ПП 90%), наиболее распространен: *Equisetum fluviatile*, *Filipendula ulmaria*, камыш (*Scirpus sylvaticus*), *Myosotis scorpioides*, ситник (*Juncus sp.*), *Carex rostrata*, *Galium boreale*. Почвенный покров представлен перегнойно-глеевыми почвами (Н-G-CG). Для них характерен бесструктурный, темно-коричневый, почти черный перегнойный горизонт Н, часто находящийся во влажном состоянии, а также, глеевый, сизый горизонт с рыжими пятнами, являющийся результатом восстановительной мобилизации оксида железа в условиях застойного переувлажнения.

В пределах закартированного участка *разнотравно-осоковые и осоково-сфагковые болота* (38) занимают 140 кв.км. К ним относятся большие массивы Шадатского и Тюхтетского болот, расположенные в северном предгорном районе на высоте 200-300 м в междуречье рр. Амыл-Тюхтет на правом берегу р. Шадат. Болота Гагульской котловины, находящийся в южном районе, приурочены к высотам 1000-1200 м (рис.19).

Безлесные участки болот северного предгорья представляют собой грядово-мочажинный и бугорково - топяной комплексы сообществ иногда с редкими деревьями березы и сосны (до 10 м). На топяных участках травяной покров мозаичный, на фоне покрова из очеретника (*Rhynchospora alba*) имеются пятна с преобладанием пушицы (*Eriophorum sp.*), морошки (*Rubus chamaemorus*), осоки вздутоносой (*Carex rhynchophysa*). В моховом покрове доминируют сфагновые мхи. На ровной поверхности топей встречаются изредка небольшие микропонижения с водой заросшие печеночниками, в том числе гимноколеей вздутой (*Gymnocolea inflata*). На микроповышениях, представляющих собой гряды и бугорки, обильны болотные кустарнички, прежде всего подбел (*Andromeda polifolia*), клюква (*Oxycoccus palustris*), багульник (*Ledum palustre*) и кассандра (*Chamaedaphne calyculata*), а также болотное разнотравье и сфагновые мхи, образующие сплошной покров [Электрон.атлас Сиб.отделения РАН]. Почвы в основном торфяные олиготрофные (ТО-ТТ), местами

торфяные олиготрофные глеевые (ТО-ТТ-G), относящиеся к отделу торфяных почв. Для них характерно наличие поверхностного торфяного горизонта различного состава более 50 см, сменяющегося органомной породой. На участках, где торфяной горизонт мене 50 см, там распространены сухо-торфяно-подбуры (ТJ-ВНF-C) или торфяно-подбуры глеевые (Т-ВНFg-G-CG) (*Классификация почв 2004*).



Рис. 19 Тюхтетское разнотравно-осоковое, местами осоково-сфагновое болото (фото Е. В. Ковалевского) Источник: интернет ресурс (электронная фотовыставка <http://www.doopt.ru>)

Болота Гагульской котловины часто закустарены и имеют разнотравно-осоковый облик. Встречаются разные виды ив, также произрастают отдельные деревья лиственницы и березы, из трав преобладает: мятлик болотный (*Poa palustris*), *Deschampsia cespitosa*, большое количество осок (*Carex lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. flava*, *C. panicea*, *C. rostrata*, *C. nigra*), ситник (*Juncus filiformis*) и др. [Электрон. атлас, Сиб.отделения РАН]. Под растительностью сформирована перегнойно-глеевая почва (Н-G-CG).

## Глава 4. Анализ ландшафтной структуры Западного Саяна

Для выявления специфики ландшафтной структуры Западного Саяна, обусловленной не только гипсометрическим перепадом высот от 200 м почти до 2300 м, но и экспозиционными отличиями, территория была разделена по осевому хребту на две части, которые в работе названы северным и южным макросклонами. Различия в ландшафтной структуре между макросклонами определены положением хребта по отношению к преобладающему западному переносу воздушных масс, создающим неравномерные условия в распределении осадков по склонам (как летних, так и зимних) [Алисов, 1956]. Водосборный бассейн реки Амыл, площадью 10 тыс. кв.км, характеризует геосистемы северного макросклона, водосборный бассейн реки Ус (6,5 тыс. кв.км) – южного.

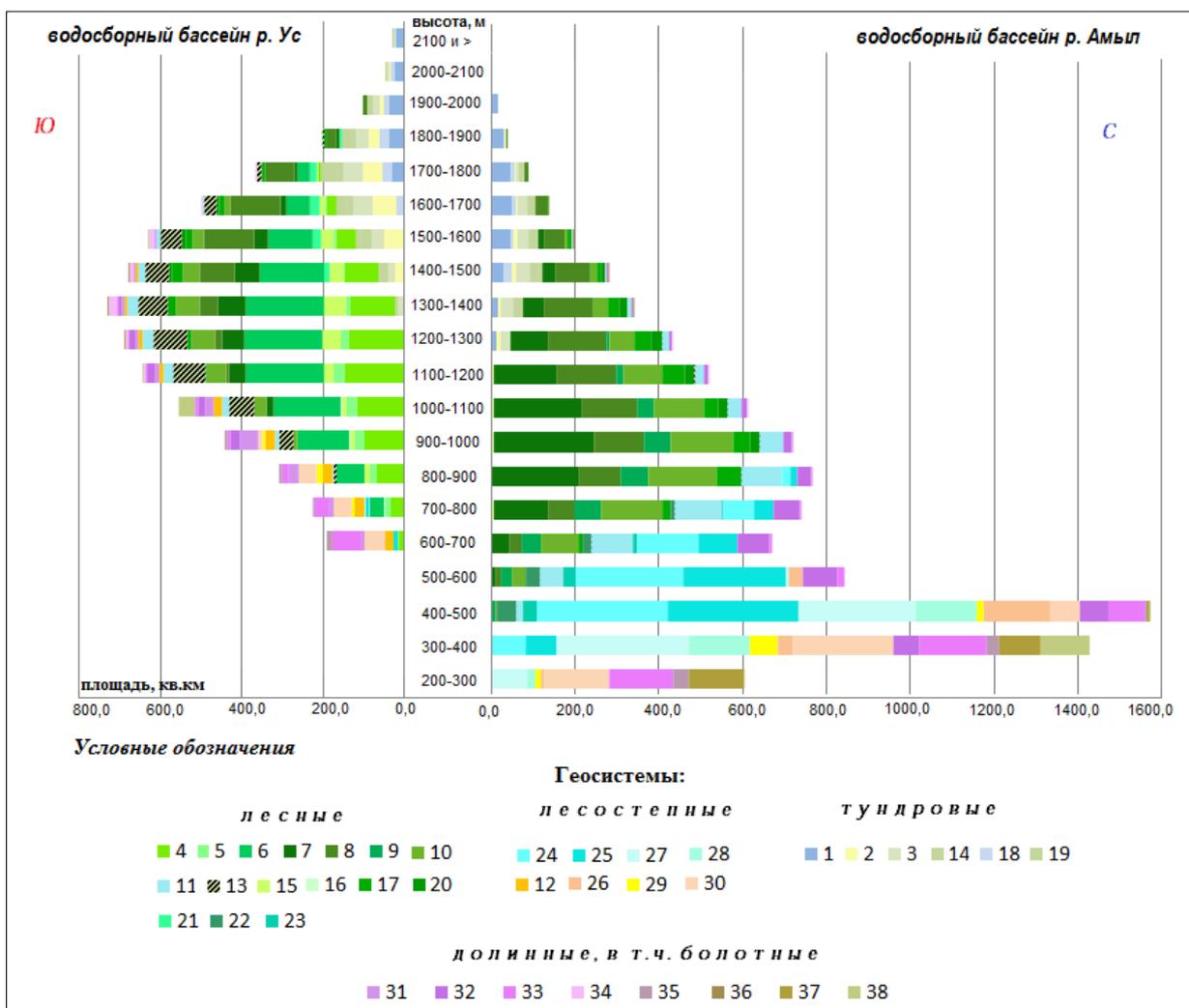


Рис.20 Распределение суммарных площадей (кв. км) геосистем по высотным интервалам на северном и южном макросклонах Западного Саяна, (номера на гистограмме соответствуют индексам в легенде ландшафтной карты)

Высота подножий северного макросклона Западного Саяна существенно ниже (около 400 м) чем южного, что определяет различие набора высотных поясов, а также положение схожих геосистем на разных высотных уровнях и неодинаковое соотношение их площадей на одних и тех же высотах (рис.20). Распределение площадей геосистем по высотным интервалам представлено в приложении 3

Для характеристики растительного покрова выделенные ландшафты были объединены в группы по преобладающей растительности. Большая часть водосборного бассейна реки Амыл (80 %) покрыта лесом (рис. 21). Таежные массивы, господствующие в диапазоне 600 - 1400 м, занимают 40% от всей исследуемой площади (рис. 22). На высотах 600-1100 м широко распространены пихтовые и пихтово-кедровые леса (7, 10, 11, 17) занимающие 28% от общей площади. Особенностью таежного пояса Западного Саяна являются хвойные высокотравно-папоротниковые (черневые) леса (9, 22), произрастающие в диапазоне от 600 до 1000 м. На высоте 1200-1400 м к редкостойным пихтово-кедровым лесам относится около 1/3 площади высотной ступеней.

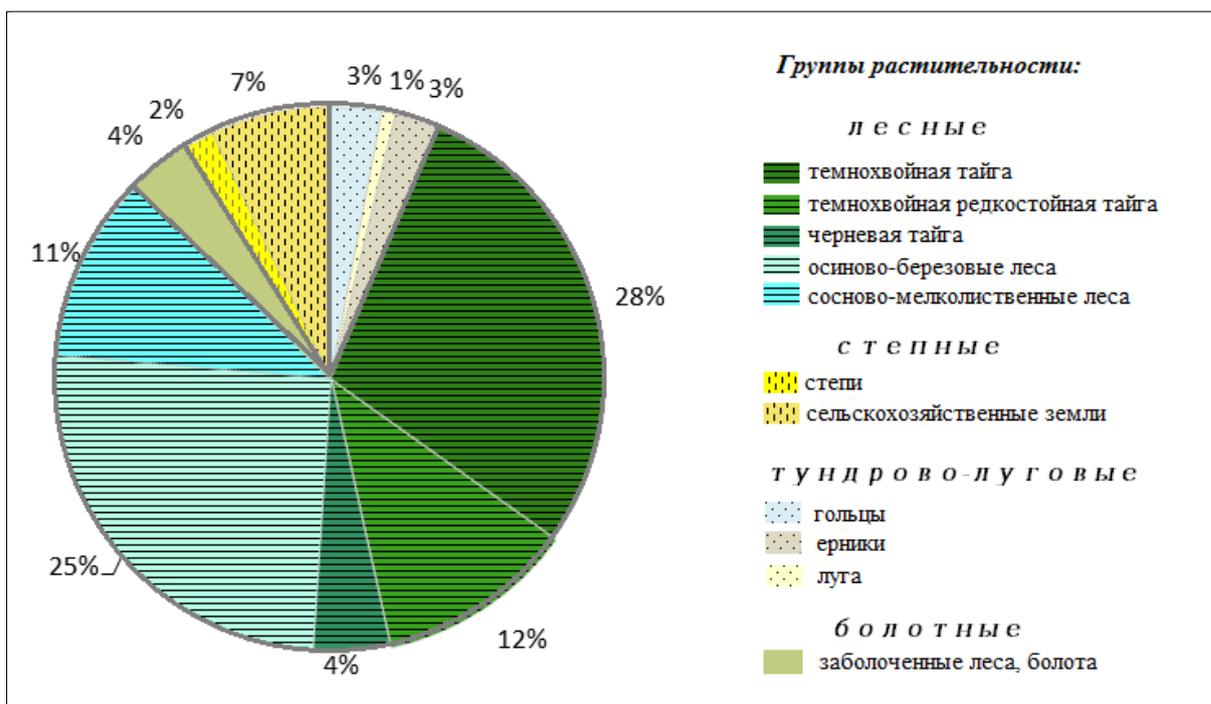


Рис. 21 Соотношение площадей групп растительности северного макросклона

К мелколиственным лесам, занимающим 36 %, относятся осиново-березовые (25, 27), сосново-мелколиственные (24, 28), долинные (33), а также леса, сформированные на месте темнохвойных в результате массовых рубок, происходивших в 20 веке (11). Березово-осиновые и сосново-мелколиственные разнотравные леса наиболее распространены в диапазоне высот 300-500 м. Заболоченные леса (37) и

болота (38), занимающие 371 кв. км, а также долинные мелколиственные леса в основном приурочены к высотам 200-300 м. Большая часть разнотравно-злаковых степей (29), в том числе распаханых (26, 30), общей площадью 793 кв. км, находится в интервале 200 - 300 м, где их доля доходит до 30 % от высотной ступени.

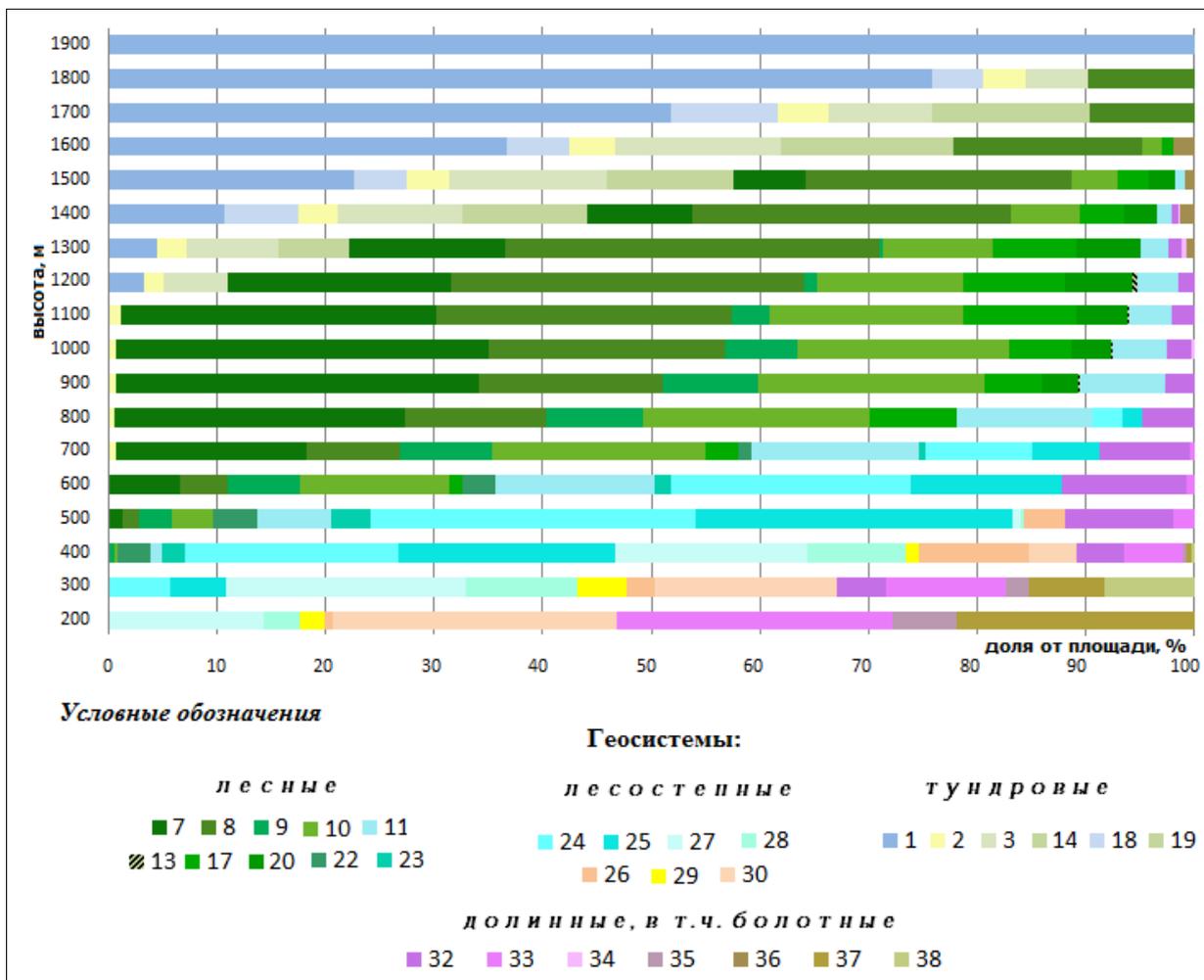


Рис.22 Нормированное распределение геосистем северного макросклона Западного Саяна по высотным интервалам.

На высотах 1400-1600 м происходит постепенный плавный переход к альпийскому поясу, где лесная растительность сочетается с высокогорной почти в равных долях, что затрудняет проведение верхней границы леса. Абсолютное доминирование альпийских геосистем начинается с высоты 1600 м, к ним относятся: ерниковые тундры (3, 14, 19), разнотравные луга (2) и гольцы, иногда с пятнами низкотравных лугов (1,18), общей площадью 630 кв.км (7%).

Растительность южного макросклона значительно отличается от северного (рис 23). Степи, господствующие на нижнем высотном интервале (600-700 м), поднимаются по склонам до 1400 м (рис. 24). Площадь сельскохозяйственных земель всего 60 кв.км.

В таежном поясе преобладают леса с лиственницей (45%). Широко распространены леса сложного состава (6), состоящие из лиственницы с участием темнохвойных и мелколиственных пород (1320 кв.км), произрастающие в диапазоне высот от 700 до 1700 м. Лиственничники (4, 5, 15, 16, 21), занимающие 22 %, встречаются в большом высотном интервале (600 м - 1800 м). Лиственничные и смешанные леса на высотах от 800 до 1400 м вместе занимают от 50-60 % площади высотных ступеней. Темнохвойная тайга наиболее распространена в интервале 1500-1700 м и составляет 22 % от общей площади. Леса южной части Западного Саяна сильно подвержены лесным пожарам, выгоревшие участки занимают 8% от всей площади водосборного бассейна реки Ус.

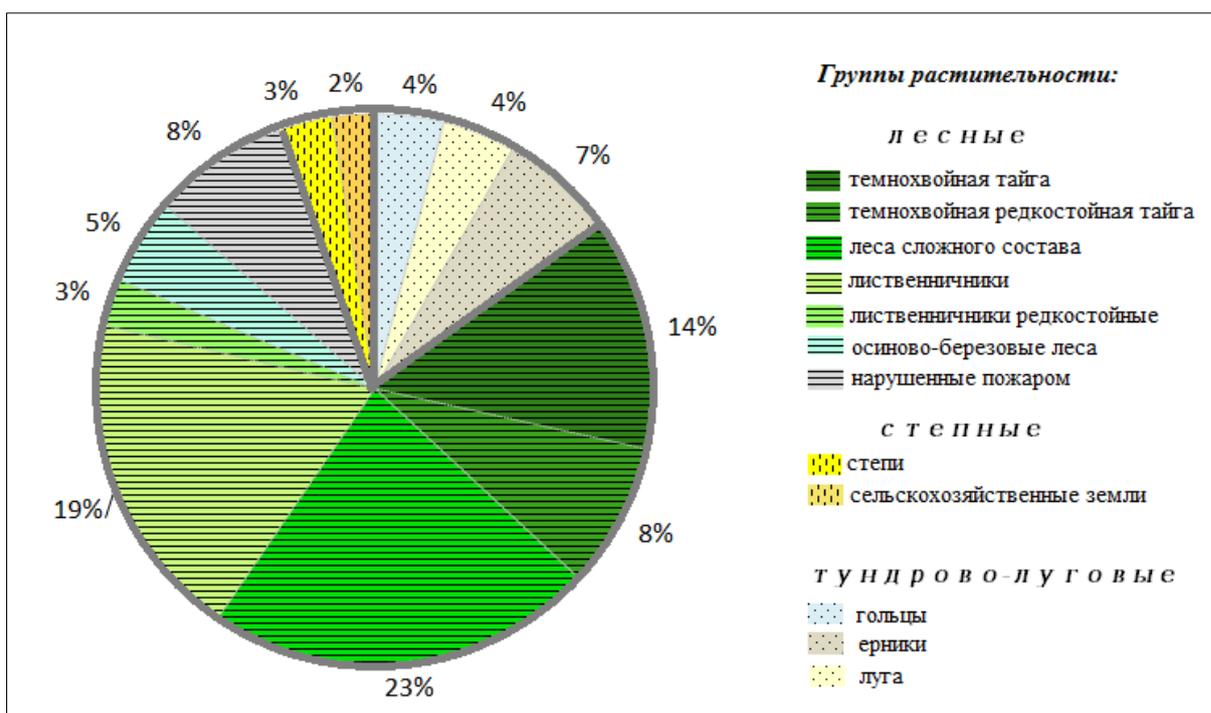


Рис.23 Соотношение площадей групп растительности южного макросклона

Как и на северном макросклоне переход таежного пояса к альпийскому очень плавный. В высотном интервале 1700-1800 м соотношение лесной растительности и высокогорной около 44/56, что также затрудняет проведения верхней границы леса. Господство альпийских геосистем начинается с высоты 1800 м. Разнотравные луга, произрастающие на высоте 1300 м до 2000 м, занимают 230 кв.км, ерниковые тундры, поднимающиеся выше 2100 м, - 420 кв.км.

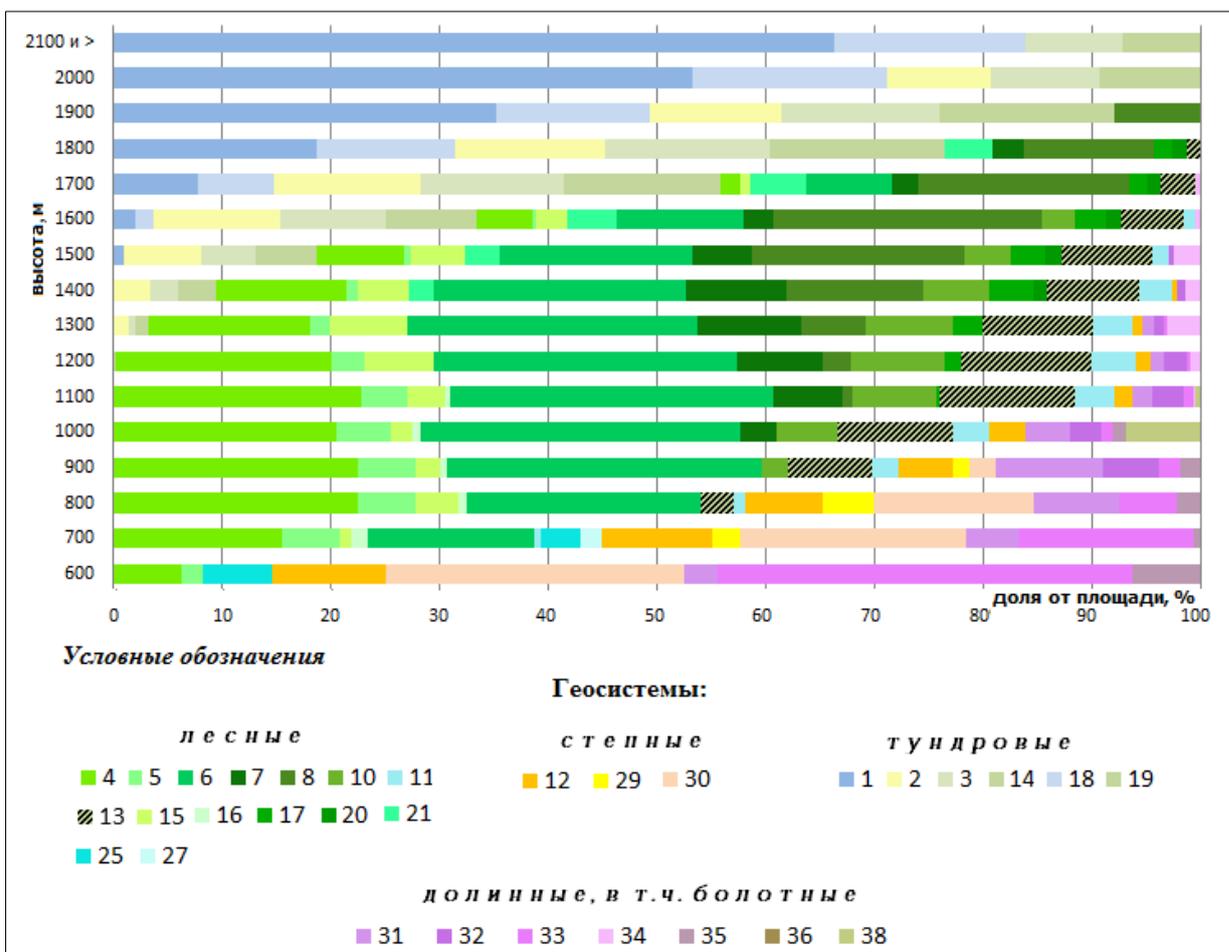


Рис.24 Нормированное распределение геосистем южного макросклона Западного Саяна по высотным интервалам.

Характеристика ландшафтной структуры горных территорий не может ограничиваться только выявлением соотношения площадей геосистем на различных высотных уровнях. Пересеченный рельеф, частая смена состава подстилающих пород, уклонов и т.п. обуславливают мозаичный характер распределения геосистем на одних и тех же высотах. Поэтому важной характеристикой ландшафтной структуры является показатель типологической энтропии ( $E$ ) с диапазоном значений от 0 до  $\infty$  (бит). Данный показатель применяется для изучения ландшафтного разнообразия и других территорий, например горного массива Монгун-Тайга [Гаверилкина, 2014]. Рассчитанная для каждого стометрового уровня энтропия характеризует изменение разнообразия геосистем с высотой (рис. 25). При расчетах использовалась формула [Волькенштейн, 1986]:

$$E = \sum_{i=1}^n (-P_i \cdot \log_2 P_i), \quad (1)$$

где  $P_i$  – отношение суммарной площади одной геосистемы в пределах стометрового уровня к площади самого уровня,  $n$  - число геосистем на высотном уровне

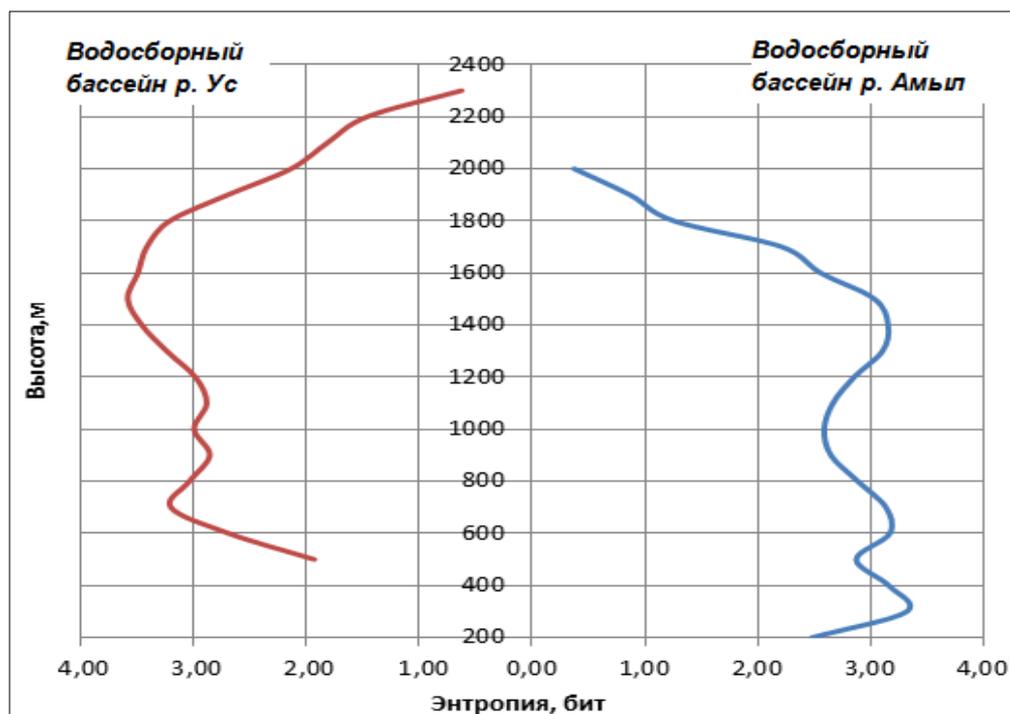


Рис. 25 Распределение типологической энтропии по высоте.

На северном макросклоне Западного Саяна максимальные значения энтропии геосистем наблюдаются на высотах 300 м, 600-700 м, и 1300-1500 м ( $E=3.03-3.32$ ), что говорит о том, что на данных высотах прослеживается наибольшее разнообразие ландшафтов с более менее равным соотношением их площадей. Чаще всего подобные области максимального разнообразия приурочены к переходным зонам между поясами. Анализируя распределение площадей ландшафтов водосборного бассейна р. Амыл по высоте (Приложение 3), можно отметить, что на уровне 500 м, ландшафтная структура более разнообразная, (встречается 17, а на 300 м - 14 типов), однако значение показателя энтропии на 500 м ниже ( $E=2.87$ ). Это можно объяснить тем, что на высоте 300 м ландшафты распределены относительно равномерно, без явного преобладания какого либо, а на высоте 500 м при явном господстве мелколиственных лесов начинают встречаться другие (например, таежные) геосистемы, занимающие маленькие площади. В диапазоне 600-700 м, где также насчитывается 14 типов ландшафтов, значения энтропии вновь возрастают, мелколиственные и мелколиственно-сосновые леса, внедряющиеся в таежные геосистемы, образуют плавный переход между лесостепным и таежным поясами. Еще один пик значений энтропии интервале 1300-1500 м объясняется оптимальными условиями произрастания, как лесных видов, так и тундровых, поэтому полоса около 200 м выделяется как смена двух высотных поясов: таежного и гольцово-тундрового. На высотах 800-1200 м значения типологической энтропии значительно меньше ( $E=2.58-2.89$ ), что говорит о наличии доминирующих

таежных ландшафтов. С увеличением высоты древесная растительность исчезает, и как следствие - энтропия также уменьшается. В нашем случае ландшафтное разнообразие стремится к нулю в верхних частях горных хребтов (выше 1800 м) из-за абсолютного доминирования гольцов.

Что касается ландшафтной структуры южного макросклона, то она сложнее по своему составу: здесь встречается до 22 геосистем на одной высотной ступени. Максимальные значения типологической энтропии соответствуют высотам 700 м и 1300-1800 м ( $E=3.20-3.58$  соответственно) (рис. 25). Степные геосистемы, доминирующие на нижней ступени, начинают замещаться лиственничными лесами, и высотный интервал 600-700 м представляют собой переходную зону между степным и таежным (светлохвойным) поясом. Максимум энтропии на высоте 1500 м обусловлен присутствием разнообразных лесных (светлохвойных и темнохвойных), луговых и тундровых геосистем. Сравнивая разнообразия ландшафтной структуры верхних ступеней северного и южного склонов, стоит отметить, что в южных, более высоких, районах на высоте 2200 м энтропия равна 1,45, тогда как на северном на высоте 1800 м -  $E=1,25$ .

Характеристика структуры высотной поясности не может быть полной без анализа так называемой «дробности» ландшафтного рисунка. Показатель пространственного разнообразия, рассчитанный как отношение числа контуров на высотном уровне к площади этого уровня, позволяет выявить территории с различной степенью однородности. Наибольшая дробность контуров геосистем отмечается на южном склоне в диапазоне 1300 - 1500 м, в то время как на северном прослеживается два пика значений энтропии на высотах 400 м и 1300 м, где в пределах 100-метрового интервала встречается более 700 выделов, что свидетельствует о частой смене условий среды в пространстве на этих высотах, влекущих за собой смену геосистем (рис.26).

Надо отметить, что сокращение площади высотных ступеней закономерно приводит к уменьшению пространственной энтропии, т.о. пространственная энтропия южного макросклона не имеет ярко выраженных скачков и соответствует нормальному распределению, что нельзя сказать про северный макросклон. На северном склоне максимальное значение пространственной энтропии на высоте 400 м обусловлено большой площадью самой ступени, второй максимум на высоте 1300 м можно объяснить увеличением разнообразия условий местообитаний (например, наличие именно на этой высоте вершин низкогорных гряд), что влечет за собой частую смену различных ландшафтов.

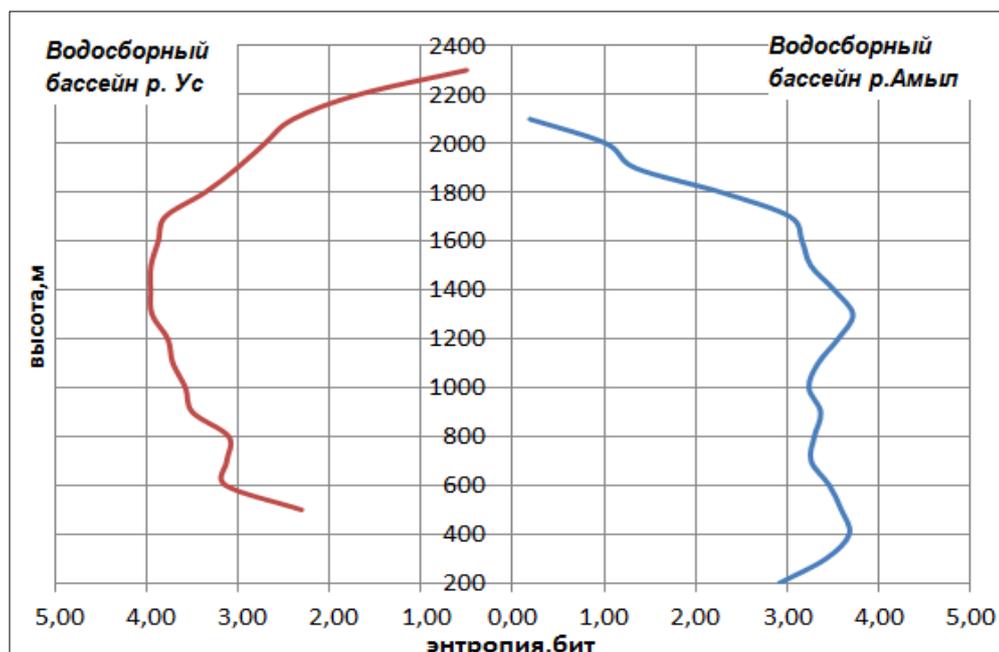


Рис. 26 Распределение пространственной энтропии по высоте.

Для обоснованного выделения границ высотных поясов на северном и южном макросклонах применялся кластерный анализ. При сравнении ландшафтной структуры 200-метровых высотных ступеней геосистем, использовался коэффициент сходства ( $K_c$ ) рассчитанный для обоих макросклонов по формуле:

$$K_c = \sum_{1}^n \min(P_a, P_b), \quad (2)$$

где  $n$ - число геосистем  $P_a, P_b$  – доли площади определенных геосистем на сравниваемых высотных ступенях а и b.

Значения коэффициента сходства изменяются в диапазоне от 0 до 1. В случае если коэффициент сходства равен 0, на двух рассматриваемых высотных ступенях структура растительного покрова кардинально различается, т.е. одинаковых типов нет. При коэффициенте равном 1, структуры двух интервалов идентичны. Выявление степени сходства проводилось с помощью кластерного анализа (методом «ближайшего соседа») [Дюран, 1977]. Кластерные диаграммы для северного и южного макросклонов строились на основе коэффициентов различия, рассчитанных по формуле:

$$K_p = 1 - K_c \quad (3)$$

Выявлено, что в интервале 800-1400 м ландшафтная структура высотных ступеней схожа, интегральные показатели встречаемости геосистем очень близки (рис. 27). Надо отметить, что коэффициенты различия в целом изменяются в очень небольшом диапазоне.

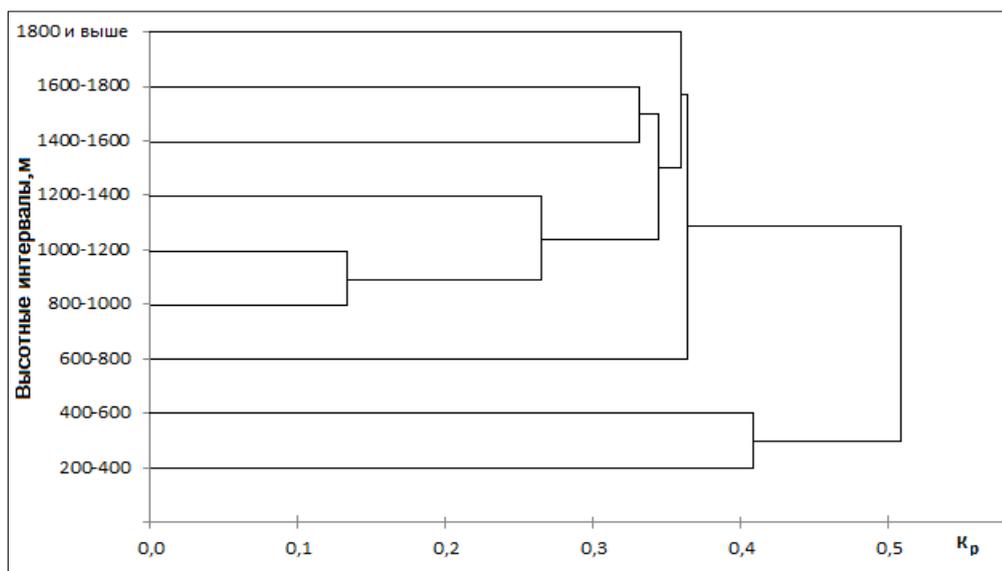


Рис. 27 Кластерная диаграмма различий структуры растительного покрова высотных ступеней северного макросклона (К<sub>р</sub> - коэффициент различия)

Структура высотного интервала 1400-1800 м во многом схожа с нижележащим, но отличается большей долей высокогорных геосистем. Структура низкогорного пояса (200-600 м) существенно отличается от остальных: здесь более 60 % площади занимают мелколиственные и сосново-мелколиственные леса и около 20 % – степи, которые приурочены только к самому нижнему высотному интервалу (200-400 м).

На южном макросклоне между высотными интервалами наблюдается большее сходство, чем на северном. В диапазоне 800-1600 м прослеживается наибольшая схожесть лесных геосистем, что определяет выделение свелохвойного таежного пояса на этих высотах (рис. 28). Довольно резкое увеличение К<sub>р</sub> на высоте 1600-1800 м, обусловлено возрастанием доли площади высокогорных геосистем и темнохвойных лесов. Наименьшей схожестью геосистем с остальных высотных ступенями, отличается нижний интервал (600-800 м), где господствуют долинныи и степные ландшафты.

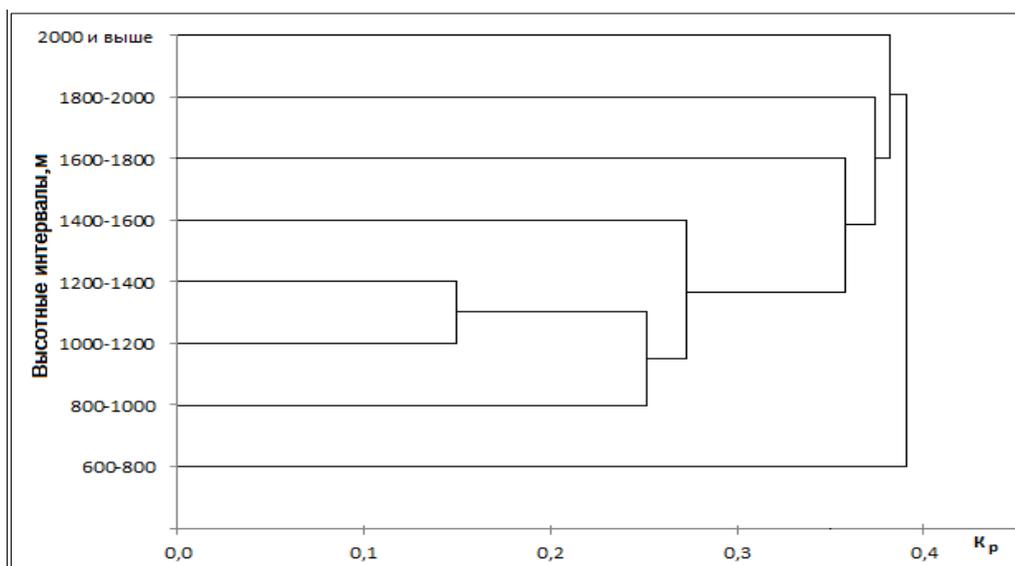


Рис. 28 Кластерная диаграмма различий структуры растительного покрова высотных ступеней южного макросклона (Кр - коэффициент различия)

Помимо гипсометрического фактора важную роль в дифференциации высотной поясности в горах играет ориентация склона, отличающаяся неравномерным распределением тепла и влаги. Для сравнения различий в структуре растительного покрова на одинаковых высотных интервалах северного и южного макросклона, рассчитывались коэффициенты сходства. Доли площади групп растительности сравнивались по каждой высотной ступени северного макросклона с аналогичной и вышележащими ступенями южного макросклона (Таблица 3).

Таблица 3

Коэффициенты сходства и различия групп растительности массива по высотным ступеням

Высотные интервалы южного макросклона, м								
Высотные интервалы северного макросклона, м	600-800	800-1000	1000-1200	1200-1400	1400-1600	1600-1800	1800-2000	2000 и выше
200-400	0,532							
400-600	0,286	0,257						
600-800	0,167	0,138	0,261					
800-1000	0,862	0,072	0,216	0,351				
1000-1200	0,739	0,784	0,202	0,339	0,424			
1200-1400		0,649	0,661	0,333	0,526	0,491		
1400-1600			0,576	0,474	0,516	0,690	0,643	
1600-1800				0,509	0,310	0,525	0,838	0,723
1800-2000					0,357	0,162	0,520	0,831
2000 и выше						0,277	0,169	

В верхней правой части и по диагонали таблицы 3 расположены коэффициенты сходства между высотными интервалами (серые ячейки), а в нижней левой – коэффициенты различия. Значения коэффициентов отражает отсутствие сходства в ландшафтной структуре между северным и южным склонами. Некоторая схожесть

структуры прослеживается лишь в верхних высотных интервалах со смещением на 200 м за счет господства гольцов (красные ячейки).

Как известно, ландшафт представляет собой генетически однородную территорию, где на типе местоположения (которые в легенде карты обозначены римскими цифрами) сформирован определенный набор растительных сообществ. Тип растительности обусловлен в первую очередь климатическими условиями, однако именно от местоположения зависит характер увлажнения, режим миграции вещества, развитие (скорости) некоторых почвообразовательных процессов [Таргульян, 1971]. В пределах исследуемой территории доминирующим типом местоположения являются денудационные среднекрутые склоны (I), на которых встречаются почти все типы растительности (кроме болот) (таблица 4). На пологих склонах (II) преобладают темнохвойные и лиственничные леса, а также распространены ерниковые заросли. Склоновые местоположения, в отличие от равнинных, подвержены мощному воздействию денудации, что определяет специфику горного почвообразования, проявляющуюся в периодически и постоянном нарушении и возобновлении процесса [Владыченский, 1998]. Почвы склоновых местоположений, как правило, характеризуются не глубоким профилем, высокой щебнистостью, слабой дифференциацией. К сглаженным вершинам хребтов (III), не перекрытых чехлом отложений, приурочены гольцы с пятнами альпийских разнотравных лугов. На участках, где накопился элювиальный материал, встречаются ерниковые тундры, редкостойные темнохвойные леса, иногда с лиственницей. Почвенный покров, как правило, маломощный. Иногда на выположенных участках со слабым дренажом в нижних почвенных горизонтах проявляются признаки оглеения. На некоторых участках верхних частей склонов, в ряде седловин встречаются очаги многолетней мерзлоты. Проявление криогенных процессов, усиливают мозаичность почвенного покрова. Холмисто-останцовое местоположение (IV) приурочено к предгорным территориям с частыми выходами коренных пород, на которых произрастают мелколиственные и черневые таежные леса.

Большая часть осиново-березовых, мелколиственных с сосной лесов распространяется на холмистых предгорьях, перекрытых мощным чехлом лессовидных суглинков (V), реже на склонах холмов встречаются степи. К плоским, слабоволнистым эрозионным равнинам (VI) приурочена большая часть степей (в основном в распаханном состоянии) и мелколиственные леса, реже леса с сосной. Почвы вышеперечисленных ландшафтов в первую очередь характеризуются мощным профилем, в котором прослеживается дерновый процесс интенсивного

гумусообразования и гумусонакопления. Помимо лугов, относящиеся к тундрово-гольцовому поясу, встречаются высокотравные луга речных долин, которые в ландшафтной структуре северного склона спускаются на достаточно низкие уровни (до 600 м). Речные долины (VII) занимают относительно большие площади, они характеризуются разными типами растительности, зависящие, прежде всего от биоклиматических факторов. Для почв данного местоположения характерна слоистость, формирующаяся в условиях поемного режима – регулярного отложения слоев разного гранулометрического состава. Плоские слабодренированные межгорные понижения и ложбины с длительным или избыточным увлажнением (VIII) заняты не только болотными массивами, но также ерниковыми зарослями и мелколиственными лесами. Характерными почвообразующими процессами являются торфонакопление и оглеение.

Таблица 4

Распределение групп растительности по местоположениям (кв.км).

Местоположения / Группы растительности	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Гольцы*	406,9		133,6					
Луга	304,3						59,13	
Ерниковые тундры	347,2	182,8	142,1					14,44
Темнохвойные леса	2679	405,8					530,2	
Темнохвойные редкостойные леса	1523		161,7					
Черневая тайга	339,3			110,8				
Сосново-мелколиственные леса					883,6	312,7		
Мелколиственные леса	663			77,72	807,2	691,3	571,7	236,3
Степи, в т.ч. с/х угодья	133,5				232,6	683,3	104,2	
Лиственничные леса	899,1	232,9	85,3					
Лиственничные редкостойные леса	151,2	16,12						
Леса сложного состава	1320						133,5	
Болота								165,1
<b>Итого</b>	<b>8767</b>	<b>837,7</b>	<b>522,7</b>	<b>188,5</b>	<b>1923</b>	<b>1687</b>	<b>1399</b>	<b>415,9</b>
<b>Доля от общей площади (%)</b>	<b>55,7</b>	<b>5,3</b>	<b>3,3</b>	<b>1,2</b>	<b>12,2</b>	<b>10,7</b>	<b>8,9</b>	<b>2,6</b>

\*-гольцы отнесены к группам растительности условно

При анализе особенностей ландшафтной структуры хребта, помимо распределения геосистем по высоте и типам местоположений, было рассмотрено влияние экспозиции. Экспозиционные различия рассматривались как на уровне макросклонов, так и на уровне мезорельефа, для чего использовалась цифровая модель рельефа с разрешением 30 м. В расчетах не были учтены ландшафты плоских равнин, речных долин, межгорных понижений и ложбин (в северном водосборном бассейне они составляют площадь около 2800 кв. км, в южном водосборном бассейне – 630 кв.км). Распределение площадей по разным экспозициям не одинаково, наибольшие площади занимают северные и южные склоны (рис. 29).

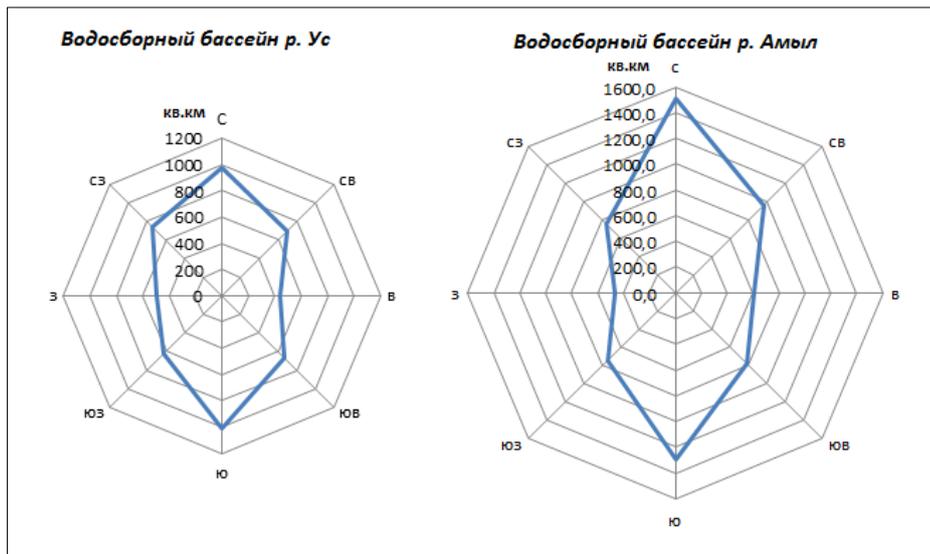


Рис.29 Распределение площадей склонов по сторонам света

Анализ распределения локальных экспозиций местоположений показал, что в целом, ярко выраженных экспозиционных отличий нет (рис.30, рис.31). Это подтверждает главенствующую роль экспозиций форм макрорельефа. Распределение всех геосистем в зависимости от ориентации склонов отражено в *приложении 4*.

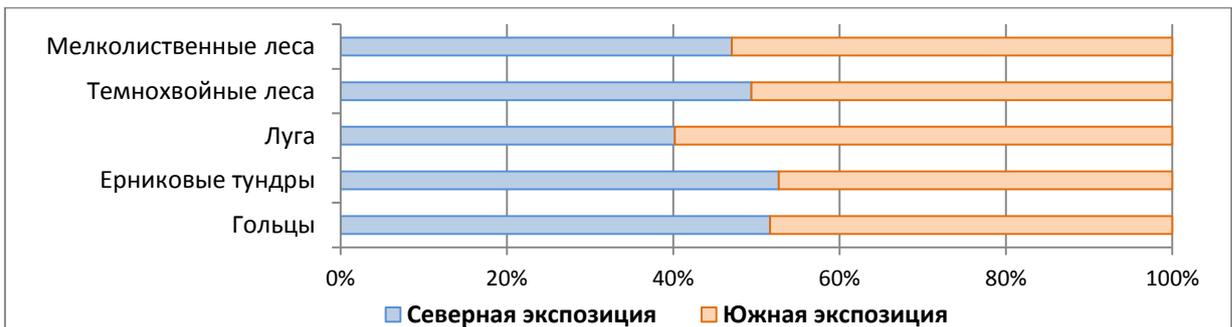


Рис. 30 Нормированное распределение основных групп растительности в зависимости от экспозиции в водосборном бассейне р. Амыл.

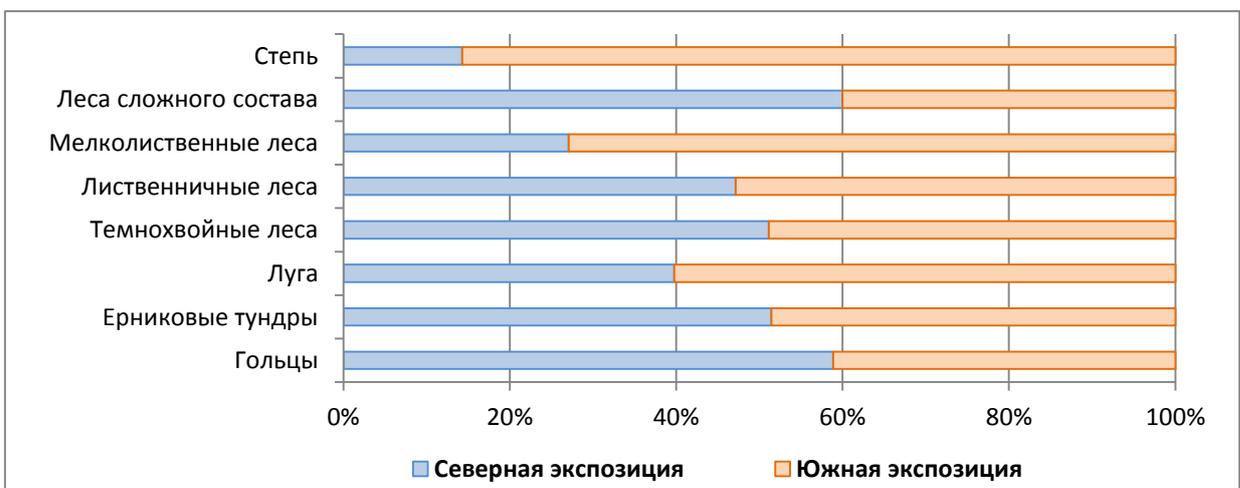


Рис.31 Нормированное распределение основных групп растительности в зависимости от экспозиции в водосборном бассейне р. Ус.

Существенная экспозиционная контрастность проявляется в водосборном бассейне р. Ус, где степные геосистемы, поднимающиеся по склонам и редкостойные лиственничные леса, в сочетании со степями до высот 1400-1600 м, приурочены в основном к южным экспозициям (рис. 32). Также, можно отметить незначительное преобладание лугов в обоих водосборных бассейнах, что говорит о приуроченности луговой растительности к более прогреваемым склонам. Различия в экспозиционном распространении мелколиственных лесов не связано с ориентацией склона, т.к. большая их часть имеет антропогенное происхождение. Незначительный «перевес» в распространении смешанных (сложных) лесов к северу, происходит за счет того, что в районах ближе к Усинской котловине сложные леса на южных склонах замещаются лиственничными лесами.

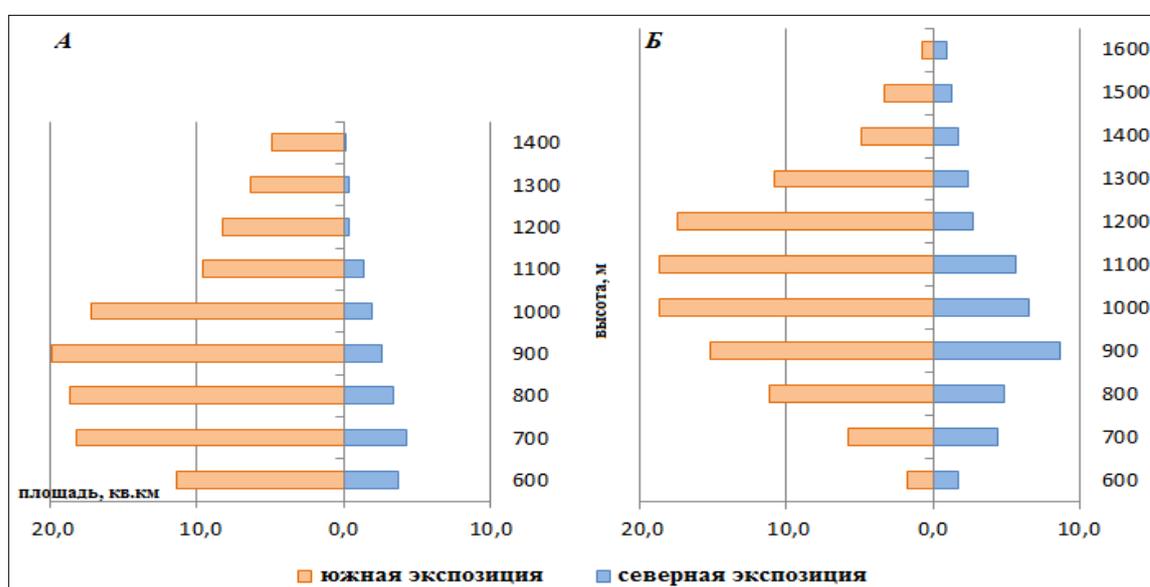


Рис.32 Распространение А- степных Б- редкостойных лиственничных лесов в сочетании со степями в зависимости от ориентации склона и высоты (кв. км)

На основе исследований распределения площадей геосистем по высотным интервалам, изменения показателя типологического разнообразия и оценки схожести структуры разных высотных ступеней и разных макросклонов Западного Саяна, можно выделить несколько высотных поясов. На северном макросклоне на высотах от 200 до 600 м распространен лесостепной пояс, в интервале высот 700-1500 м – таежный, выше с 1600 м – альпийский. В пределах таежного могут быть выделены: темнохвойные черневые леса (700-1000 м), темнохвойные (пихтово-кедровые) (900-1200 м) и редкостойные темнохвойные (1200-1500 м) леса. Четкое определение высоты верхней границы леса затруднительно, так как по нашим наблюдениям, полоса перехода от сомкнутого леса к тундрово-гольцовому поясу составляет в среднем около 200 м.

На южном макросклоне от высот 600 м и до 700 м выделен стеной пояс, выше, без переходного лесостепного до 1600 м господствует таежный, в котором на высоте 800 - 1400 м доминируют леса с лиственницей, а в интервале 1500-1600 м, леса с преобладанием темнохвойных пород. Выше 1700 м распространен альпийский пояс. Разделение гольцовых геосистем и луговых в отдельные пояса, по мнению автора, не целесообразно, т.к. их доля от общей площади очень мала, поэтому были объединены гольцы, альпинотипные, изредка встречающиеся субальпийские луга и ерниковые тундры в альпийский пояс.

Изучение специфики ландшафтной структуры Западного Саяна показало существенные различия двух макросклонов, проявляющиеся не только в наборе их составных частей, но и в их пространственно-высотном соотношении (*рис. 33*). В частности северный макросклон характеризуется наличием лесостепного пояса с большой долей мелколиственных лесов, отсутствующем на южном макросклоне. Отличительной особенностью южного макросклона является степи, поднимающиеся по склонам до высоты 1400 м, которые на нижних высотных ступенях формируют отдельный степной пояс, сменяющийся светлохвойными лесами без промежуточного пояса лесостепи. Распаханность степей в водосборном бассейне реки Амыл в разы выше, чем в водосборном бассейне реки Ус, так как на юге бóльшая доля степных геосистем расположена на склонах не пригодных для возделывания. Таежный пояс южного макросклона отличается от северного более сложной структурой. Здесь преобладают леса с лиственницей, черневая тайга отсутствует, пихта, как лесобразующая порода не встречается. Темнохвойная тайга занимает долю значительно меньшую, чем на северном склоне. Верхний предел распространения леса также выше на южном макросклоне и достигает до 1900 м. Если полоса переход от таежного пояса к тундрово-гольцовому на обоих склонах примерно одинаковая и составляет около 200 м, то распределение ее по высоте происходит по-разному, на южном склоне выше на 100 м. В верхних частях склонов водосборного бассейна р. Ус типологическое разнообразие геосистем, а также верхний предел распространения растительности, существенно выше: на южном склоне на высоте 2100 м более 30 % занято ерниковыми тундрами, в то время как на северном склоне, на высоте 1900 м уже абсолютно доминируют гольцовые комплексы. Несмотря на то, что водосборный бассейн р. Амыл распространен в более гумидных условиях, доля высокогорных лугов здесь меньше, чем на южном макросклоне, так как северный макросклон имеет меньший диапазон высот и верхние высотные ступени, занимают маленькие площади.

В южных районах более заметна экспозиционная контрастность форм мезорельефа, чем в северных.

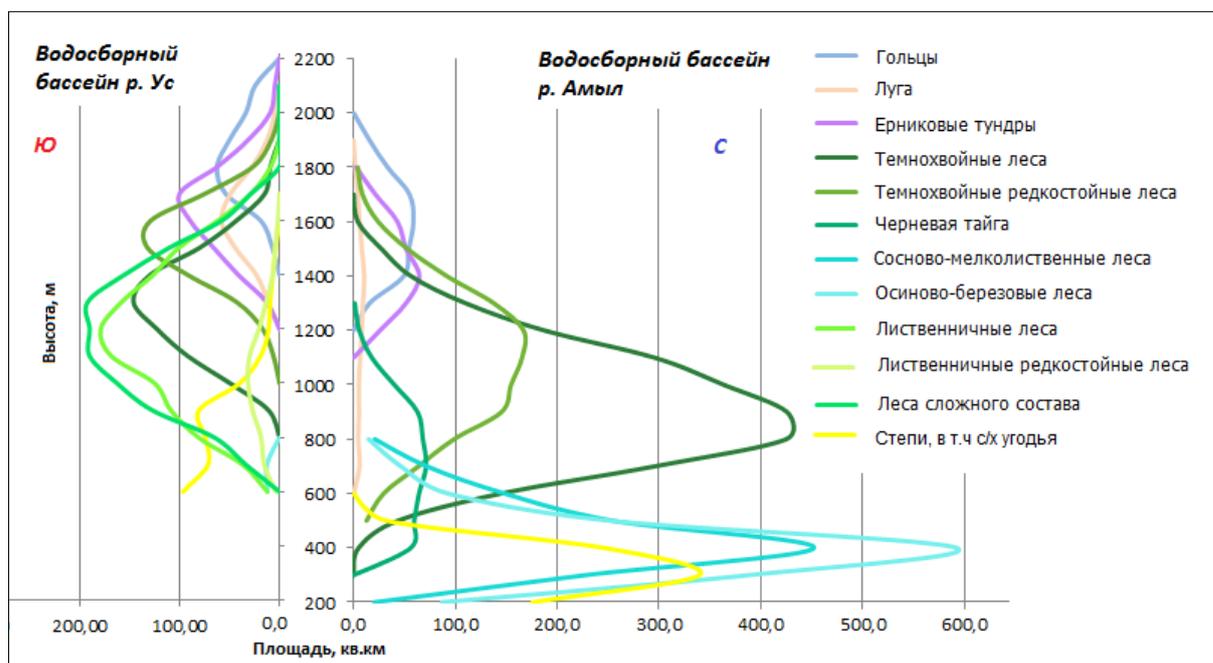


Рис. 33 Распределение групп растительности по высотным интервалам (кв. км) на северном и южном макросклонах Западного Саяна.

Каждая горная территория, расположенная в пределах одной природной зоны, характеризуется своим особым типом высотной ландшафтной поясности, под которой понимается закономерное для данной природной зоны сочетание высотных поясов, последовательно сменяющих один другого от подножий гор к вершинам [Мильков, 1959, Лавренко 1964]. Западный Саян в целом относится к лесостепному типу высотной поясности с преобладанием бореальных среднегорных ландшафтов [Огуреева, 1980]. По данным литературных и картографических источников (Куминова, Огуреева, Смирнов, Красноборов, Бочарников и др.) высотные пояса Западного Саяна имеют следующий набор поясов: лесостепь, тайга, субальпийский, альпийский и нивальный пояс. Проведенные детальные исследования ландшафтной структуры центральной части Западного Саяна в масштабе 1:500000, а некоторых участков 1:100000, позволяет сделать вывод о нецелесообразности разделения высокогорных формаций на субальпийский, альпийский и гольцовый (нивный) пояса. Изучение ландшафтной структуры в данном масштабе позволяет выявить специфику, что дает возможность увидеть некоторые несоответствия с ранее принятыми устоявшимися представлениями о данной территории.

Значительные различия в ландшафтной структуре северного и южного макросклонов подтверждает то, что срединный, центрально-осевой хребет Западного

Саяна является климаторазделом, который определяет границу не только между разными геоботаническими провинциями, но и между физико-географическими областями и районами. Таким образом, разделенный на два, сильно отличающихся по ландшафтной структуре макросклона, Западный Саян имеет свой особенный набор высотных поясов и не может относиться к одному типу высотной поясности.

## Глава 5. Изменение структуры таежного пояса Западного Саяна

Любая геосистема подвержена постоянным изменениям под воздействием различных факторов. Происходящие в ландшафте функциональные, пространственные и структурные изменения называются динамикой. В работах В.В.Сочавы впервые появилось представление о динамике геосистем как совокупности переменных состояний элементарных геомеров, подчиненных одному инварианту [Сочава, 1978]. А.А.Крауклис выделил три важнейшие динамические характеристики геосистем: естественная изменчивость (разнообразие временных вариантов и частота их смен); природный режим (форма и степень упорядоченности смены состояний); система последствий (зависимость состояний геосистемы от предшествующих ее временных вариантов) [Крауклис, 1979].

Изучение ландшафтной структуры Западного Саяна позволило не только выявить разнообразие геосистем и проследить их распространение в пространстве, но и помогло оценить долю нарушенных и геосистем под влиянием антропогенных и природных (стихийных) факторов. К антропогенным факторам, влияющим на изменение ландшафтной структуры Западного Саяна и прилегающих к нему территорий, относятся сведение леса, распашка земель, строительство водохранилищ, проведение дорог, добыча полезных ископаемых, создание пастбищ. В результате деятельности человека формируются новые состояния (иногда происходит смена геосистем), которые не бывают только антропогенными, они всегда антропогенно-природные [Мамай, 1992]. Изменение ландшафтной структуры происходит также с участием природных факторов. В работе учитывались быстро развивающиеся во времени, воздействия эпизодических катастроф и кризисов, связанные с экстремальными стихийными явлениями (пожар, ветровал). Перестройка структуры геосистем, происходящая вследствие изменения внешней среды (изменение климата) в течение длительного периода времени, в данной работе не исследовалась.

Так как большую площадь Западного Саяна занимают леса в данной главе особое внимание было уделено именно им. Ко второй половине XX в. лесной покров Западного Саяна претерпел значительную трансформацию, вызванную концентрированными рубками. К началу 1960-х гг. были сведены основные доступные массивы наиболее продуктивных темнохвойных кедровых и пихтовых лесов. Структура лесного покрова значительно изменилась: темнохвойный древостой сменился производными, в основном лиственными и смешанными насаждениями. Преобразование темнохвойного пояса протекает по принципу динамики

возобновительных сукцессий. Термин сукцессия был введен Ф. Клементсом для обозначения сменяющих друг друга во времени сообществ, образующих сукцессионный ряд (серию), где каждая предыдущая стадия (серийное сообщество) формирует условия для развития последующего [Основы экологии, 1975].

В первые годы после рубок активно формируется густой травяно-кустарничковый и кустарниковый яруса. Увеличение степени освещенности улучшает условия для произрастания ТКЯ, что сказывается на заметном увеличении высоты, проективном покрытии и запасы фитомассы. Примерно через 10 лет после рубки происходит смыкание крон молодых, в основном мелколиственных деревьев, что заметно сказывается на уменьшение проективного покрытия травяно-кустарничкового яруса [Овчинникова, 2003]. На первых этапах восстановления древесного яруса в хвойных черневых лесах происходит в основном с участием мелколиственных пород, таких как береза и осина, реже в подросте встречается пихта и ель. Замещение древостоя темнохвойных кедрово-пихтовых среднегорных лесов происходит также мелколиственными породами, но уже с большей долей пихты и кедра в подросте. Темпы накопления темнохвойного подроста под древесным пологом определяются фитоценотическими условиями. В процессе возрастной динамики через 30-40 лет пихта образует второй ярус, а кедр остается ещё в подросте. Установлено, что возобновление пихты идет в 2-4 раза успешнее, чем кедра [Ермоленко, Овчинникова, 1993].

Геосистемы ключевого участка (11, 23) характеризуют первую стадию лесовосстановительной сукцессии, где преобладают в первом и во втором древесных ярусах мелколиственные породы. Ландшафты под номером 10 представляют второй сукцессионный этап восстановления леса, где преимущественно мелколиственные породы слагают разреженный верхний ярус, а второй, представлен в основном темнохвойными деревьями с участием мелколиственных. К коренным темнохвойным лесам, которые господствовали ранее на территории, относятся ландшафты под номерами 7, 8, 9, 17, 20.

В середине XX века, площадь коренных темнохвойных лесов исследуемого участка составляла почти 6 тыс. кв.км. Для оценки степени преобразования лесных геосистем было проведено сравнение ландшафтной карты, отражающей современную ландшафтную ситуацию с составленной картой-реконструкцией, которая демонстрирует основные типы геосистем до активного антропогенного вмешательства (рис. 34). За последние полвека доля темнохвойных лесов сократилась почти на 35%, произошло усложнение ландшафтной структуры темнохвойного таежного пояса, в

связи с увеличением геосистем, отражающих различные сукцессионные стадии (рис. 35).

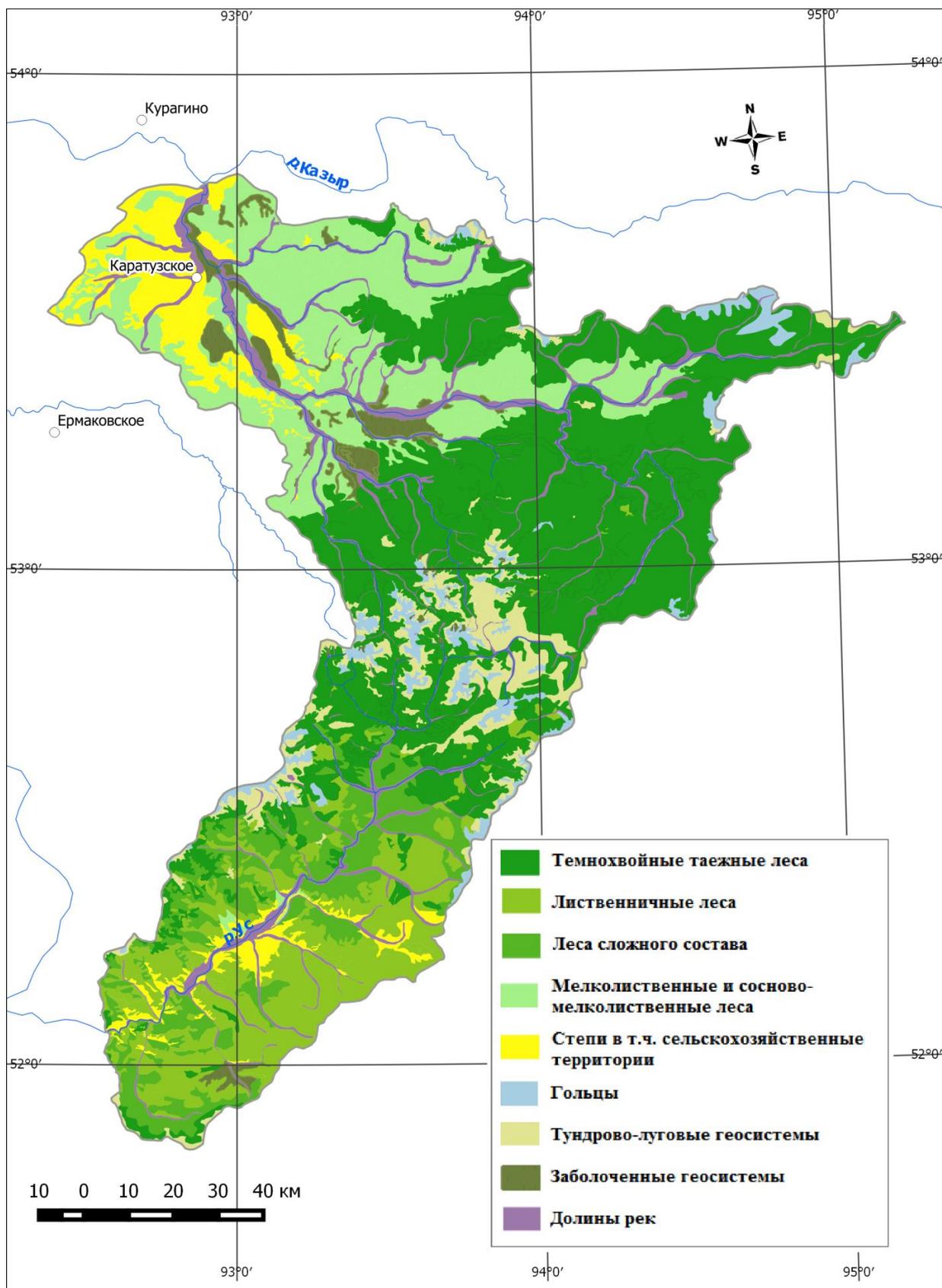


Рис. 34 Карта-реконструкция основных типов геосистем на середину XX века.

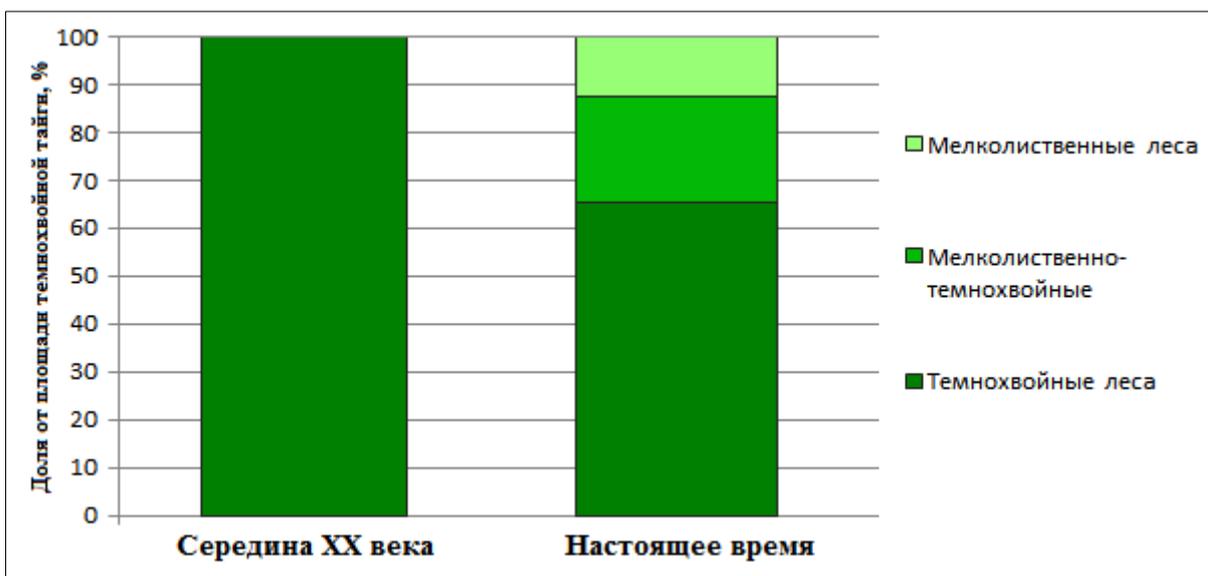


Рис.35 Изменение структуры таежного пояса Западного Саяна

Другим, важным источником преобразования таежных геосистем являются лесные пожары. Причины возникновения пожаров в данном экорегионе разнообразны, но наибольшее количество пожаров возникает из-за неосторожного обращения с огнем населения. По этой причине за последние пятьдесят лет количество пожаров увеличилось более чем в два раза. Довольно высокий процент пожаров природного происхождения, от молнии при так называемых сухих грозах, в некоторых районах он достигает до 20%. Также высокая доля умышленных поджогов с целью получения лицензий для экономически выгодной заготовки древесины [Андреев, Брюханов, 2011].

На исследуемой территории 8% занимают безлесые участки, образовавшиеся вследствие недавнего пожара (13). Большая часть нарушенных и преобразованных вследствие пожаров, территорий относится к южному макросклону. Следует отметить, что значительная доля лесных геосистем в этом регионе в тот или иной момент была подвержена пожарам разной степени интенсивности. Сукцессионные стадии постпирогенного восстановления лиственничных лесов на ландшафтной карте не были отражены, т.к. практически все лиственничные леса возобновляются без смены лесобразующей породы с незначительным участием мелколиственных пород, поэтому стадии лиственничной сукцессий отличаются лишь возрастом и проективным покрытием.

В лесах сложного состава, где присутствует лиственница и темнохвойные деревья, входе восстановительных сукцессий береза, осина и ива, занимают не малую долю в первом и во втором ярусах, однако произрастание этих пород обусловлено именно антропогенным воздействием.

Весьма важную роль на исследуемой территории в преобразовании растительности играют природные (стихийные) факторы. Разреженные темнохвойные леса, расположенные вблизи верхней границы леса, а также леса на очень крутых склонах, имеют низкую степень устойчивости к воздействию сильного ветра. На участках, подверженных ветровалам, в таежном поясе формируется густой подлесок из кустарниковой ольхи, который иногда образует сплошной ярус высотой 4-5 м.

Вопрос, связанный с динамикой геосистем, сложный и требует более глубокого и детального изучения. В рамках данной работы были затронуты лишь основные аспекты, наиболее влияющие на ландшафтную структуру Западного Саяна. Таким образом, за последние полвека трансформация таежного пояса Западного Саяна произошла в основном вследствие антропогенного фактора. Деятельность человека, препятствующая естественному ходу развития природных систем, создает сложную мозаику их производных состояний и во многом определяет дальнейшие изменения. В ходе исследований были выявлены сукцессионные стадии восстановления темнохвойных лесов (мелколиственные, мелколиственно-темнохвойные, темнохвойные). Низкая способность возобновления кедра после антропогенных нарушений приводит к значительному сокращению площади кедровых лесов и частичному замещению кедра пихтой. Береза как коренная лесообразующая порода, встречается в лесостепном поясе, черневой тайге и иногда в сочетании с лиственничниками; наличие березы в темнохвойных пихтово-кедровых среднегорных и сложных темнохвойно-лиственничных лесах обусловлено хозяйственной деятельностью. Выявлено, что возобновляются лиственничных лесов, происходит в основном без смены лесообразующей породы. Восстановление растительности после ветровалов в темнохвойных лесах происходит с участием кустарниковой ольхи.

## Заключение

Результаты детального анализа ландшафтной структуры Западного Саяна, показали необходимость изучения ландшафтной структуры в среднем масштабе для обоснования физико-географического районирования и более точного проведения его границ.

Западный Саян в целом отличается от других горных стран и рядом расположенных горных областей своим типом высотной поясности, характеризующимся разным набором высотных поясов для северного и южного макросклонов: лесостепной, таежный и альпийский пояса на севере, степной, таежный и альпийский пояса на юге.

Таежный пояс Западного Саяна на северном склоне состоит из темнохвойных лесов, в то время как на южном преобладают лиственные. В отличие от северного, на южном макросклоне нижняя и верхняя границы леса расположены на 100 м выше.

На южном макросклоне степной пояс сменяется таежным без промежуточного пояса лесостепи, степные геосистемы поднимаются до 1400 м и приурочены в основном к южным экспозициям.

Альпийский пояс объединяет малочисленные субальпийские и альпийские луга, ерниковые тундры и гольцовые комплексы. Его нижняя граница распространяется от 1500 м до 1700 м по мере усиления континентальности.

Зоны перехода одного пояса в другой образуют широкие полосы, занимающие высотный интервал до 200 м, в которых наблюдается максимальное разнообразие геосистем.

Трансформация структуры таежного пояса в низко- и средне- горных частях склонов происходит в основном под воздействием антропогенного фактора.

## Список литературы:

1. Алисов Б.П. Климат СССР. М.: Изд-во МГУ, 1956, 547 с
2. Александрова Т.Д. Статистические методы изучения природных комплексов. М.: Наука, 1975, 95 с.
3. Андреев А.В., Брюханов А.В. Профилактика, мониторинг и борьба с природными пожарами (на примере Алтае-Саянского экорегиона): справочное пособие. Красноярск: ИЛ СО РАН, СФУ, 2011, 272 с.
4. Викторов А.С. Рисунок ландшафта. М.: Мысль, 1986, 179 с.
5. Викторов А.С. Математическая морфология ландшафта. Монография. М.: ТРАТЕК, 1998, 191 с.
6. Бочарников М.В. Ботаническое разнообразие высотно-поясного спектра северного макросклона Западного Саяна // Изв. Самарского науч. центра РАН, 2011. Том 13. №1(4). С. 974-977
7. Бочарников М.В. Оценка ботанического разнообразия горных территорий (на примере Западного Саяна) // Материалы Моск. центра РГО. Сер. биогеография. 2009. Вып. 15 С. 17-26.
8. Владыченский А.С. Особенности горного почвообразования. М.: Наука, 1998, 187 с.
9. Волькенштейн М.В. Энтропия и информация. М.: Наука, 1986, 193 с.
10. Гаврилкина С.А., Зелепукина Е.С., Резников А.И., Чистяков К.В. Высотная структура ландшафтов высокогорного массива Монгун-Тайга // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Вып. 16, № 1(4). С. 1063-1072.
11. Гвоздецкий Н.А. Михайлов Н.И. Физическая география СССР. Азиатская часть. М.: Высш.шк., 1987, 572 с.
12. Герасимова М.И. География почв России. М.: Изд-во МГУ, 2007, 312 с.
13. Горы и люди: изменения ландшафтов и этносы внутриконтинентальных гор России/ К.В.Чистяков, Н.В.Каледин, И.Г.Москаленко и др. Под ред. К.В. Чистякова и Н.В. Каледина. СПб: ВВМ, 2010, 438 с.
14. Дюран Б. Кластерный анализ / Б. Дюран, П. Одел. М.: Статистика, 1977, 318 с.
15. Егоров В.В. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977, 221 с.
16. Ермоленко П. М., Юрасов Е. В., Овчинникова Н. Ф. Структура лесовозобновления на сплошных вырубках пихтарников в горнотаежном поясе Западного Саяна // Лесн. хоз-во, 1993. № 1. С. 18–21.
17. Залиханов М.Ч., Коломыц Э.Г. и др. Высокогорная геоэкология в моделях. М.: Наука, 2010, 487 с.
18. Ивашутина Л.И., Николаев В.А. К анализу ландшафтной структуры физико-географических регионов // Вестн. МГУ, 1969, № 3, с. 59
19. Исаченко А.Г. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование. М., "Высшая школа", 1965, с. 328.
20. Исаченко Г.А., Резников А.И. Динамика ландшафтов тайги Северо-Запада Европейской России СПб, 1996, 166 с.
21. Короновский Н.В. Геология России и сопредельных территорий. М.: Издательский центр «Академия», 2011, 264 с.
22. Кочуров Б.И., Гречушкина Л.И. Бурые лесные и буро-псевдоподзолистые почвы Западного Саяна // Почвоведение, 1980. №11. С. 29-43.

23. Красноборов И.М. Высокогорная флора Западного Саяна. Новосибирск: Наука. Сибирск. отд-ние, 1976, 380 с.
24. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск: Наука, 1979, 189 с.
25. Куминова А.В. Растительный покров Алтая. Новосибирск: РИО АН СССР, 1960, 456 с.
26. Лавренко Е.М. Типы вертикальной поясности растительности в горах СССР. // Совр. проблемы географии. М.: Наука, 1967. С. 189-195.
27. Лазыко Е.М. Основы региональной геологии СССР, том II Азиатская часть. М.: Изд-во «Недра», 1965, 551с.
28. Лесовая С.Н., Горячкин С.В., Погожев Е.Ю., Полеховский Ю.С., Заварзин А.А., Заварзина Г.З. Химико-минералогические свойства, генезис, проблемы классификации почв на плотных породах северо-запада России.//Почвоведение, 2008, №4, с. 406-420
29. Маринин А.М., Самойлова Г.С. Физическая география Горного Алтая. Барнаул: БГПИ, 1987, 110 с.
30. Мамай И.И. Динамика ландшафтов: методика изучения. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992, 167 с.
31. Мильков Ф.Н. Природные зоны СССР. М.: Мысль, 1977, 296 с.
32. Мягкова Н.А. Климат СССР. М.: Изд-во МГУ, 1983, 192 с.
33. Носин В.А. Почвы Тувы. М.: Изд-во АН СССР, 1963, 342 с
34. Огуреева Г.Н. Ботаническая география Алтая. М.: Наука, 1980, 188 с.
35. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
36. Овчинникова Н. Ф. Фитоценотические особенности возобновления кедр и пихты сибирской в производных послерубочных лесах черневого пояса Западного Саяна // Проблемы кедр. Томск, 2003. Вып. 7. С. 127–134.
37. Петров Б.Ф. Почвы Алтайско-Саянской области. Труды Почв. Ин-та им. В.В. Докучаева АН СССР, 1952, т.35.
38. Поликарпов Н.П., Чебакова Н.М., Назимова Д.И. Климат и горные леса Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 1986, 225 с.
39. Полевой определитель почв. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008, 182 с.
40. Самойлова Г.С. Типы ландшафтов гор Южной Сибири М.: МГУ, 1973. - 55 с.
41. Смирнов М.Б. Почвы Западного Саяна. - М.: Наука, 1970. - 350 с.
42. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978 , 319 с.
43. Справочник по климату СССР выпуск 20, часть 4 /под редакцией Будыко Н.И./.-Л., «Гидрометеиздат», 1966.
44. Таргульян В.О. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. М: Наука, 1971, 270 с.
45. Шишов Л.Л., Герасимова М.И., Тонконогов В.Д., Лебедев И.И. Классификация и диагностика почв России.- Смоленск: «Ойкмена» 2004, 342 с.

#### **Картографические материалы:**

46. Атлас СССР Под ред. Л.Н. Месяцева, Г.П.Федоровской. М.: Главное управление геодезии и картографии при совете министров СССР, 1985

47. Атлас. Особо охраняемые природные территории Сибирского федерального округа. Калихман Т.П., Богданов В.Н., Огородникова Л.Ю. Иркутск: Изд-во "Оттиск", 2011, 384 с.
48. Ландшафтная карта Алтае-Саянского экорегиона / Самойлова Г.С. М-б 1:2000000. Красноярск.: ФГУП Гос-ый научн.-исслед. центр «Природа», 2003.
49. Национальный атлас России Том 2 «Природа. Экология» / Под ред. А. В. Бородко и В. М. Котлякова – М.: ФГУП "ГОСГИСЦЕНТР", 2004-2009, 495 с.
50. Национальный атлас почв Российской Федерации / Под. ред. С.А.Шоба, отв. Ред. И.О.Алябина, И.С.Урусевская, О.В.Чернова. М: Астрель: АСТ, 2011.
51. Почвенная карта РСФСР / под ред. В. М. Фридланда. М-б 1:2500000. М: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 1988, 16 л. 77x75 см

#### **Ресурсы сети Интернет:**

52. «Классификация почв России». Составитель: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://soils.narod.ru/index.html>
53. Определитель растений on-line. Открытый атлас сосудистых растений России и сопредельных стран. «Плонтариум» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.plantarium.ru>
54. Сайт "Дирекция по особо охраняемым природным территориям Красноярского края" [Электронный ресурс]: фотогалерея. - Режим доступа: <http://www.doopt.ru>
55. Электронная библиотека Сибирского отделения РАН. «Биоразнообразие живого и растительного мира Сибири» [Электронный атлас]. - Режим доступа: [http://www.sbras.ru/win/elbib/bio/atlas\\_flora.html](http://www.sbras.ru/win/elbib/bio/atlas_flora.html)
56. Сайт «The Consortium for Spatial Information CCAR-CS» [электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>

# Приложения

## Приложение I

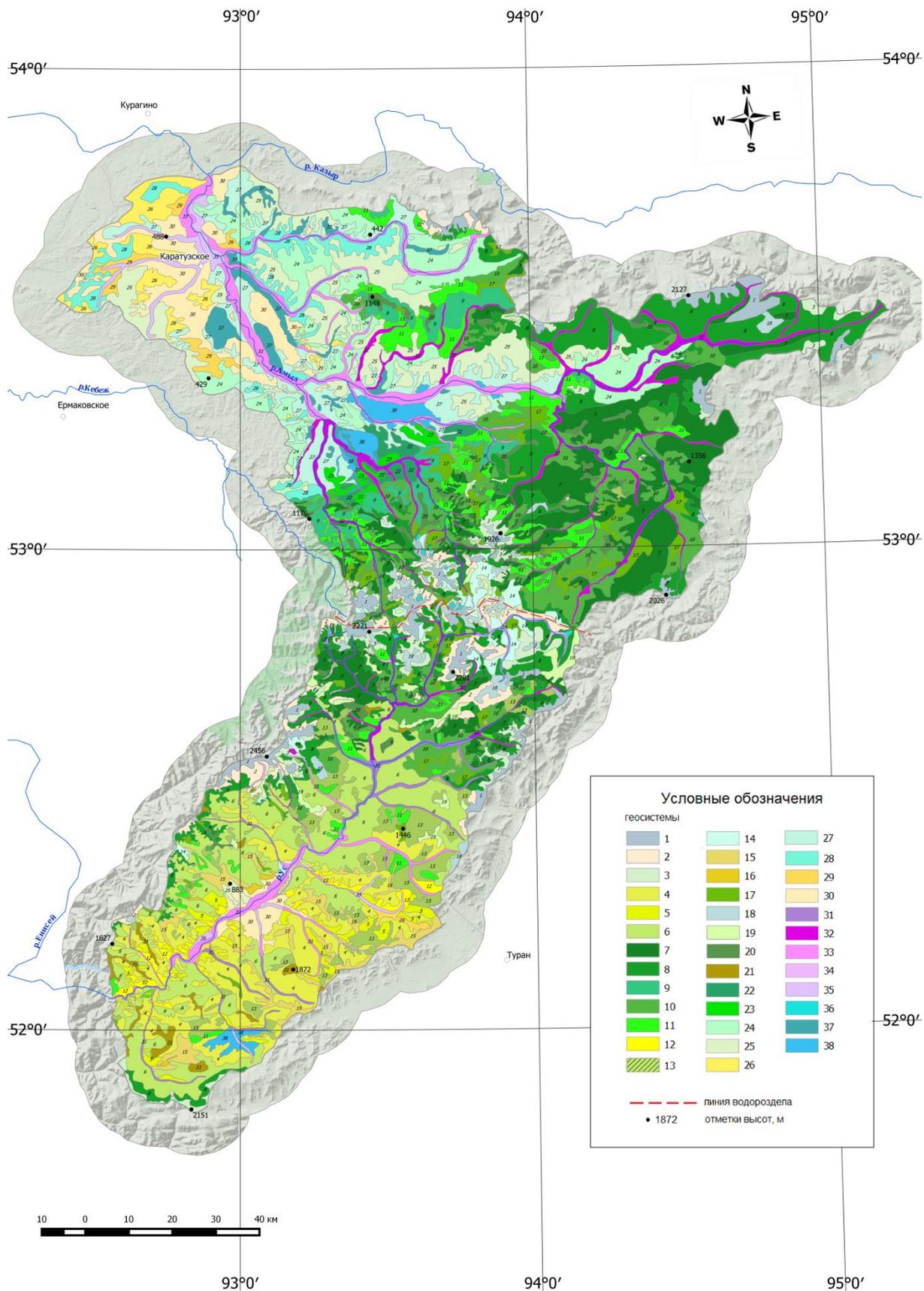


Рис. 36 Ландшафтная карта центральной части Западного Саяна

Таблица 5 Легенда ландшафтной карты

№	Растительный покров, почва
<b><i>I. Денудационные среднекрутые (8-15°) глубоко- и среднерасчлененные склоны, перекрытые супесчаными делювиальными, в нижних частях делювиально-коллювиальными отложениями разной мощности</i></b>	
1	Гольцы с пятнами петрофитного разнотравья на петроземах, иногда с участками разнотравных лугов на литоземах перегнойно-темногумусовых
2	Разнотравные луга иногда закустаренные часто с зарослями кустарниковой ольхи на литоземах перегнойно-темногумусовых
3	Ерниковые разнотравно-зеленомошные тундры на сухо-торфяно-подбурях
4	Лиственничные с березой часто закустаренные разнотравные леса на темногумусовых почвах
5	Редкостойные лиственничные разнотравные часто закустаренные леса на темногумусовых почвах в сочетании с разнотравно-злаковыми степями на черноземах глинисто-иллювиальных
6	Леса сложного состава (лиственнично-кедровые с елью и березой) разнотравно-кустарничково-моховые леса на буроземах грубогумусовых
7	Пихтово-кедровые и пихтовые разнотравно-кустарничково-моховые леса на подбурях (типичных)
8	Редкостойные пихтово-кедровые, часто с густым мелколиственным подлеском разнотравные леса на дерново-подбурях
9	Кедрово-пихтовые с березой и елью папоротниково-разнотравные леса на буроземах (черневые)
10	Мелколиственно-елово-кедровые с пихтой разнотравные, часто закустаренные леса на дерново-подбурях
11	Мелколиственные иногда с подростом лиственницы, кедра или ели, часто закустаренные разнотравные леса на дерново-подбурях
12	Разнотравно-злаковые иногда закустаренные степи на черноземах глинисто-иллювиальных
13	Нарушенные пожаром леса
<b><i>II. Пологие (4-8°) слаборасчлененные склоны, перекрытые делювиальными, иногда делювиально-солифлюкционными отложениями разной мощности</i></b>	
14	Ерниковые разнотравно-зеленомошные тундры, местами с редким кедром на торфяно-подбурях глеевых
15	Лиственничные с березой, часто закустаренные разнотравные леса на темногумусовых почвах
16	Редкостойные лиственничные разнотравные леса на темногумусовых почвах в сочетании с разнотравно-злаковыми степями на черноземах глинисто-иллювиальных
17	Пихтово-кедровые кустарничково-зеленомошные леса на подбурях (типичных) в сочетании с высокогорными лугами на дерново-подбурях
<b><i>III. Сглаженные вершины хребтов, перекрытые чехлом элювиальных отложений разной мощности</i></b>	
18	Гольцы с пятнами альпийских разнотравных лугов на литоземах перегнойно-темногумусовых
19	Ерниковые, разнотравно-моховые и мохово-лишайниковые тундры на подбурях (типичных) в сочетании с альпийскими лугами на литоземах перегнойно-темногумусовых

20	Редкостойные пихтово-кедровые и кедровые разнотравные леса на дерново-подбурах
21	Лиственничные с кедром кустарниково-разнотравно-моховые леса, часто разреженные на подбурах (типичных)
<b><i>IV. Холмисто-останцовые средне- и крутосклонные предгорья с частыми выходами коренных пород, перекрытые супесчано-суглинистыми делювиальными отложениями разной мощности</i></b>	
22	Пихтовые и кедрово-пихтовые с елью и березой разнотравно-зеленомошные леса на литоземах серогумусовых
23	Мелколиственные иногда с подростом кедра или ели, разнотравные леса на литоземах серогумусовых
24	Сосново-березовые разнотравные леса на темно-серых почвах в сочетании с разнотравно-злаковыми лугами на черноземах глинисто-иллювиальных
25	Мелколиственные (березовые, осиновые) с сосной, богато-разнотравные леса на темно-серых почвах
26	Сельхозугодья на месте разнотравно-злаковых степей на черноземах глинисто-иллювиальных
<b><i>VI. Плоские и слабоволнистые эрозионные равнины, перекрытые супесчано-суглинистыми, местами лессовидными отложениями</i></b>	
27	Мелколиственные (березово-осиновые), иногда с пихтой папоротниково-разнотравные леса на темно-серых почвах в сочетании с высокотравными лугами на черноземах глинисто-иллювиальных
28	Сосново-березовые и березово-сосновые разнотравные леса на серых почвах
29	Разнотравно-злаковые степи с небольшими участками мелколиственных разнотравных лесов на черноземах глинисто-иллювиальных
30	Сельхозугодья на месте разнотравно-злаковых степей на черноземах глинисто-иллювиальных
<b><i>VII. Речные долины аллювиальные, в том числе поймы, дренированные</i></b>	
31	Еловые с лиственницей и березой, иногда с кедром разнотравные леса на аллювиально-гумусовой почве
32	Еловые с кедром иногда пихтой, и с примесью мелколиственных пород папоротниково-разнотравные леса в сочетании с высокотравными лугами аллювиально-гумусовой почве
33	Мелколиственные, иногда с сосной высокотравные леса, часто закустаренные на аллювиально-гумусовой почве
34	Субальпийские луга, местами закустаренные в сочетании с ерниками на аллювиально-гумусовой почве
35	Разнотравные остепненные луга, иногда закустаренные на аллювиально-темногумусовой почве
<b><i>VIII. Плоские межгорные понижения и ложбины, аккумулятивные днища озерных котловин, речные супесчано-суглинистые долины, террасы и поймы, слабодренированные или с длительным избыточным увлажнением</i></b>	
36	Ерники разнотравно-зеленомошные на торфяно-глееземах в сочетании с разнотравными заболоченными лугами на перегнойно-глеевых почвах
37	Мелколиственные, иногда с сосной, осоково-разнотравные заболоченные леса на перегнойно-глеевых почвах
38	Разнотравно-осоковые болота на перегнойно-глеевых почвах, и осоково-сфагновые на торфяных олиготрофных

Таблица 6 Распределение площадей геосистем по высотным интервалам в водосборном бассейне р. Амыл

Высота, м № ландшафта	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	S, кв.км	
1											14,1	15,5	30,1	44,8	50,6	46,2	31,4	15,5	248,3	
2						5,8	4,5	5,3	5,0	6,4	7,9	9,1	10,4	8,0	5,7	4,1	1,6		73,8	
3											25,8	28,8	32,0	28,6	21,1	8,5	2,4		147,2	
7				11,1	44,4	128,7	205,0	238,8	209,0	149,6	88,4	49,0	27,0	13,2					1164,2	
8				12,6	29,4	63,6	98,6	121,1	133,0	141,3	139,9	117,4	82,7	48,2	24,0	8,7	4,1		1024,5	
9			8,5	25,4	44,1	62,1	68,0	62,7	39,9	17,8	5,4	1,0	0,0						335,0	
10			4,8	32,3	92,1	145,8	159,3	149,0	119,6	92,4	58,3	34,9	17,5	8,3	2,6				917,1	
11			16,2	57,2	97,7	114,2	95,6	56,7	30,5	20,3	15,9	9,0	3,6	1,8					518,5	
12			0,3	0,3	0,7	0,4	0,5	1,2	1,6	1,1	1,9								7,9	
14												22,6	22,2	19,2	20,0	9,0			92,9	
17					8,3	21,3	60,8	37,9	35,0	53,5	40,3	26,0	11,6	5,8	1,5				302,0	
18													19,1	9,4	8,1	8,8	1,9		47,3	
19													10,3	3,6	1,9	4,0			19,8	
20								24,2	21,6	24,1	26,9	20,2	8,7	4,6					130,4	
22			47,6	34,1	20,1	9,0													110,8	
23			33,3	30,6	9,8	3,9													77,7	
24		81,4	309,1	252,4	148,1	72,0	20,7												883,6	
25		74,4	313,1	245,5	92,8	46,4	14,6												786,8	
26	4,9	36,4	159,3	32,0															232,6	
27	86,5	314,5	279,2	6,4															686,6	
28	20,3	147,1	143,2	2,2															312,7	
29	13,4	63,8	18,9																96,1	
30	157,4	239,8	67,7																464,8	
32		63,4	68,5	84,4	76,7	60,9	35,6	18,0	13,5	9,8	6,0	3,7	1,9						442,6	
33	153,1	159,1	86,5	15,9	4,9	3,2	0,8	0,7												424,4
34									1,6	0,9	0,6	1,5	0,5						5,1	
35	36,0	30,1	3,6																	69,8
36												2,7	3,6	1,9	2,7				10,8	
37	131,7	97,6	7,1																	236,3
38		118,9	5,3																	124,2
<b>S, кв.км</b>	<b>603,4</b>	<b>1426,4</b>	<b>1572,2</b>	<b>842,5</b>	<b>669,1</b>	<b>737,3</b>	<b>763,9</b>	<b>715,7</b>	<b>610,2</b>	<b>517,3</b>	<b>431,5</b>	<b>341,6</b>	<b>281,1</b>	<b>197,3</b>	<b>138,2</b>	<b>89,1</b>	<b>41,4</b>	<b>15,5</b>	<b>9993,8</b>	

Таблица 7 Распределение площадей геосистем по высотным интервалам в водосборном бассейне р. Ус

Высота, м № ландшафта	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100 и выше	S, кв.км
1										7,1	10,7	28,9	37,6	35,8	25,2	19,2	164,6
2								11,2	23,2	44,6	58,4	49,2	27,4	12,3	4,5		230,8
3								4,1	17,2	31,0	47,9	47,6	30,3	14,8	4,7	2,6	200,2
4	12,1	34,6	69,4	99,7	114,6	146,4	136,5	107,3	80,5	50,2	25,6	6,6					883,5
5	3,7	11,9	15,9	23,9	27,3	27,7	20,2	13,2	6,6	4,6	1,6						156,7
6		34,0	65,6	127,8	163,4	190,9	190,9	193,0	156,4	111,1	58,1	28,7					1319,9
7					18,5	40,6	53,8	69,3	62,2	34,4	14,2	8,6	5,9				307,4
8						6,1	16,9	43,1	84,8	122,6	122,7	70,6	23,8	8,0			498,7
10				10,9	31,1	48,9	59,5	57,6	40,5	26,4	14,8						289,7
11		1,3	3,3	10,3	18,0	23,3	27,9	26,2	19,5	9,7	5,0						144,6
12			9,3	34,2	59,0	79,5	82,0	73,4	58,0	51,7	29,0	11,9	2,5				490,5
13	19,8	22,5	22,1	22,6	19,2	11,0	9,4	6,8	3,9								137,2
14							1,6	9,1	24,2	22,3	14,9	13,5	7,7	3,8			97,1
15		2,5	12,1	9,6	11,0	22,7	43,3	51,6	32,0	30,9	14,4	2,9					233,0
16		3,4	2,6	3,1	4,4	2,5	0,5	0,1									16,7
17						2,6	9,7	20,1	27,5	19,8	14,5	6,3	3,3				103,8
18											8,1	25,4	25,2	14,2	8,4	5,1	86,3
19										12,9	27,0	39,4	24,2	12,4	4,4	2,0	122,3
20									7,4	10,1	7,0	4,2	2,6				31,3
21									14,6	20,3	22,2	19,2	8,7				85,0
25	12,1	8,2															20,3
27		4,4															4,4
29		5,70	14,25	6,60													26,6
30	52,1	46,40	44,84	10,97													154,3
31	5,7	10,6	24,2	43,4	22,5	11,4	8,1	7,5									133,5
32				22,9	15,6	18,7	14,7	7,5	4,5	3,3							87,3
33	72,3	35,7	16,3	8,2	6,2	5,0	1,8	1,7									147,3
34						1,3	5,9	20,7	9,1	13,3	2,2	1,5					54,0
35	11,9	1,5	6,5	8,2	6,3												34,4
36							0,7	1,1	0,1								2,0
38					38,0	2,9				1,6							42,6
S, кв.км	189,7	222,8	306,5	442,3	555,4	641,5	683,7	724,6	672,3	627,8	498,3	364,5	199,2	101,4	47,2	29,0	6306,1

Таблица 8 Распределение площадей геосистем по склонам в зависимости от экспозиции форм макрорельефа в водосборном бассейне р. Амыл

№ геосистемы	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
1	31,6	37,4	21,6	24,8	48,0	30,1	25,2	32,2
2	10,8	4,2	5,8	14,4	17,5	6,8	4,1	10,7
3	26,1	12,4	12,0	18,7	30,3	15,5	16,6	16,4
7	384,5	217,2	94,0	87,3	123,9	86,6	57,8	115,5
8	120,1	101,9	82,7	141,0	322,4	134,8	52,0	68,6
9	73,9	36,9	28,7	39,4	49,2	28,8	28,1	50,1
10	196,5	160,1	99,5	103,0	126,4	76,4	52,8	102,5
11	91,3	61,1	46,0	68,4	107,3	61,8	33,8	51,8
14	18,9	12,3	9,1	9,3	10,3	8,4	8,4	17,2
17	79,3	49,6	25,0	28,3	30,5	23,0	24,3	42,3
18	13,2	4,0	2,6	3,0	6,2	8,0	3,1	7,3
19	3,4	1,4	1,4	2,0	4,2	2,8	2,2	2,5
20	29,9	17,4	7,4	7,3	12,3	14,2	17,5	23,6
22	44,4	18,2	11,1	9,5	5,2	0,8	5,5	15,9
23	33,5	12,3	6,3	4,5	5,6	2,2	2,6	10,6
24	211,2	117,7	65,5	91,2	164,3	89,3	54,4	90,4
25	100,0	83,1	80,1	116,0	181,8	112,6	55,2	59,6
26	39,2	14,1	9,1	17,0	48,0	38,2	26,1	41,4
<b>Итого, кв.км</b>	<b>1507,8</b>	<b>961,4</b>	<b>607,9</b>	<b>785,1</b>	<b>1293,2</b>	<b>740,0</b>	<b>470,1</b>	<b>758,7</b>

Таблица 9 Распределение площадей геосистем по склонам в зависимости от экспозиции форм макрорельефа в водосборном бассейне р. Ус

№ геосистемы	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
1	39,9	29,6	12,0	13,2	18,2	20,9	18,6	16,7
2	28,2	31,9	17,8	23,6	56,1	43,6	20,9	12,2
3	36,6	33,4	21,3	22,2	30,8	22,8	12,9	22,2
4	127,0	100,8	73,7	141,4	178,2	70,9	70,7	120,8
5	12,5	10,1	14,4	30,2	48,9	16,4	10,6	8,2
6	251,2	171,5	92,7	132,3	172,5	131,8	130,2	240,2
7	75,4	45,7	25,2	30,1	38,1	30,6	23,2	39,5
8	78,9	48,3	42,1	62,6	87,2	70,1	51,8	58,2
10	60,3	42,3	26,9	29,8	51,2	33,1	19,7	26,6
11	8,6	13,1	11,2	19,0	48,9	24,2	12,3	7,8
13	120,5	78,0	37,1	52,4	57,2	34,6	39,0	71,7
12	2,7	7,4	8,5	37,5	55,9	15,9	6,5	3,0
14	11,8	9,1	7,2	9,0	19,5	15,7	11,6	13,9
15	56,0	26,2	14,5	20,2	38,1	17,9	19,1	41,1
16	0,9	0,3	0,6	1,7	8,7	3,5	0,3	0,1
17	11,8	12,0	7,6	7,6	18,7	21,0	13,8	13,7
18	12,9	12,6	7,1	9,0	12,1	12,9	9,6	11,1
19	19,0	13,6	9,3	10,0	23,0	14,7	14,3	19,1
20	2,3	1,5	1,0	4,0	11,2	5,1	3,4	2,7
21	13,5	6,4	3,9	7,1	20,0	14,8	8,8	13,7
<b>Итого, кв.км</b>	<b>970,0</b>	<b>696,1</b>	<b>435,6</b>	<b>663,6</b>	<b>1008,0</b>	<b>622,1</b>	<b>498,1</b>	<b>742,3</b>