



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

Л.Н.Храмова, О.А.Ефиц, Н.Ф.Романцова

## **ЭКОЛОГИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

*Министерство образования и науки РФ*

**СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Л.Н.Храмова, О.А.Ефиц, Н.Ф.Романцова

**ЭКОЛОГИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

**Учебное пособие**

Красноярск, Лесосибирск

2017

УДК 57.026

ББК 28.080.1 Я73

X 89

Рецензенты:

А. П. Мохирев, канд. техн. наук, доц. Сибирского государственного технологического университета;

А. Н. Втюрин, д-р физ.мат. наук, зам. директора Института физики СО РАН

Храмова Л.Н.

X 89 Экология Красноярского края: учеб. пособие / Л. Н. Храмова, О. А. Ефиц, Н.Ф. Романцова. – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2017. – 133 с.

ISBN 978 – 5 – 7638 -3547 - 2

Пособие направлено на формирование у будущих педагогов экологического мировоззрения, системы знаний об особенностях ландшафтных комплексов и хозяйственной деятельности человека.

Пособие предназначено для подготовки студентов-заочников, обучающихся по профилю «Дошкольное образование» к семинарским и практическим занятиям по дисциплине «Экология Красноярского края», а также может быть полезно учителям и всем интересующимся проблемами экологии Красноярского края в современных условиях.

© Л. Н. Храмова, О. А. Ефиц,  
Н. Ф. Романцова, 2017

ISBN 978 – 5 – 7638 -3547 – 2

© ЛПИ – филиал СФУ, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
<b>Глава 1. Геоморфология</b>	<b>5</b>
Лекция 1. Геоморфологическое районирование Красноярского края	5
Лекция 2. Геоморфологическая характеристика центральных районов Красноярского края	13
<i>Практическое занятие №1. Орогидрографическое описание территории</i>	21
<i>Практическое занятие №2. Геоморфологические карты</i>	23
<b>Глава 2. Водные ресурсы Красноярского края</b>	<b>35</b>
Лекция №1. Реки Красноярского края	35
Лекция №2. Озера, болота и моря Красноярского края	42
Семинарское занятие №1. Общая характеристика подземных водных ресурсов	53
Семинарское занятие №2. Подземные водные ресурсы Красноярского края	63
<b>Глава 3. Растительный покров и животный мир Красноярского края</b>	<b>69</b>
Лекция 1. Растительность и животный мир арктического побережья Красноярского края.	69
Лекция 2. Тайга	73
Семинарское занятие 1. Растительный и животный мир тундры и лесотундры.	82
Семинарское занятие 2. Растительность и животный мир юга Красноярского края.	87
<b>Глава 4. Экологические проблемы Красноярского края</b>	<b>107</b>
Лекция 1. Человек и природная среда	107
Лекция 2. Промышленное производство красноярского и его воздействие на природную среду	111
Семинарское занятие 1. История взаимоотношений человека и природы	118
Семинарское занятие 2. Природные ресурсы Красноярского края	124

## **ВВЕДЕНИЕ**

Естественные экосистемы Красноярского края формировались на протяжении длительной истории и являются важнейшим компонентом биосферы в целом их изучение имеет определяющее значение в разрешении проблем охраны природы и рационального природопользования.

Включение в учебные планы бакалавров направления «Педагогическое образование» дисциплины «Экология Красноярского края» способствует формированию у будущих педагогов экологического мировоззрения, системы знаний о закономерностях становления рельефа, гидрологического режима территории, приспособлений растений и животного мира к климатическим и эдафическим особенностям ландшафтных комплексов и в связи с этим изучения особенностей характера хозяйственной деятельности человека.

Пособие включает четыре главы, каждая из которых состоит из конспекта лекций, вопросов обсуждения на семинарских и практических занятиях и рекомендаций к выполнению самостоятельной работы.

Особое внимание при изучении дисциплины уделяется экологическим проблемам и вопросам охраны окружающей среды. Лекции, подготовка студентов к практическим и семинарским занятиям, а также самостоятельная работа студентов при изучении отдельных разделов программы по содержанию и формам организации характеризуются практикоориентированными творческими заданиями.

Природа Красноярского края отличается большим разнообразием ландшафтов, и успешное освоение данного курса позволит педагогам проводить экскурсии в различных природно-территориальных комплексах на высоком профессиональном уровне в современных условиях экономики региона.

## Глава 1. ГЕОМОРФОЛОГИЯ

### Лекция 1. Геоморфологическое районирование Красноярского края

1. История развития рельефа на территории Красноярского края.
2. Таймырская горная область.
3. Усть-Енисейская и Хатангская впадины.

Геоморфология (от др.-греч. *земля + форма + учение*) – наука о рельефе, его внешнем облике, происхождении, истории развития, современной динамике и закономерностях географического распространения. Основопологающий вопрос науки: «Как выглядит процесс, формирующий рельеф?». Геоморфологи пытаются понять историю и динамику изменения рельефа и предсказывают будущие изменения, проводя полевые измерения, физические эксперименты и математическое моделирование. Формы рельефа выделяют согласно их генезису и размеру. Рельеф формируется под влиянием эндогенных (тектонических движений, вулканизма и кристаллохимического разуплотнения вещества недр), экзогенных (денудация) и космогенных процессов. Практическое применение геоморфологии состоит в инженерной оценке рельефа при строительстве, измерении влияния изменения климата, прогнозе и смягчении последствий катастрофических явлений (оползней, обвалов и др.), контроле за водообеспеченностью территорий, береговой защите. Дисциплина непосредственно связана с географией, геологией, геодезией, археологией, почвоведением, планетологией, а также со строительством.

Формирование поверхности отдельных частей Красноярского края происходило на существенно различной геотектонической основе. В пределах его территории размещаются структуры: ставшая относительно стабильной уже с протерозоя Сибирская платформа; обрамляющие ее на юго-западе позднедокембрийские складчатые сооружения байкалид; занимающие южную часть Красноярского края палеозойские складчатые системы; расположенная на севере края Таймырская складчатая зона, оформившаяся в конце палеозоя и в нижнем триасе, и, наконец, мезо-кайнозойские прогибы Западно-Сибирской и Северо-Сибирской низменностей, окаймляющие с запада и севера Сибирскую платформу. То обстоятельство, что основные структурные элементы на территории Красноярского края сформировались уже в конце палеозойской и начале мезозойской эр, предопределило и время заложения главнейших морфологических элементов в пределах края. В течение мезозойской эры появились ныне существующие горные хребты на юге и крайнем севере края, плато на месте Сибирской платформы, аккумулятивные равнины в северной и западной частях края. В дальнейшем поверхность Красноярского края претерпела длительное и сложное развитие с чередованием ряда эпох выравнивания и обновления рельефа. Значительную роль в преобразовании рельефа играли и изменения климата, во многом определявшие интенсивность и направленность процессов выветривания и разрушения положительных элементов рельефа.

Современный облик поверхность края приобрела на протяжении позднего неогена и четвертичного периода, когда в результате неотектонических движений обновление происходило особенно сильно. Существенный отпечаток на характер рельефа в четвертичном периоде наложило ухудшение климатических условий, которое привело к развитию оледенения в горных районах и на севере края, к распространению на значительных площадях вечной мерзлоты и связанных с ней процессов солифлюкции, к усилению, особенно в горах, процессов морозного

выветривания, к изменению характера речной эрозии, к резкому сокращению химического выветривания.

В результате всей сложной истории развития рельефа на территории Красноярского края в настоящее время отчетливо выделяется ряд геоморфологических районов. Крайнюю северную часть описываемой территории занимает Таймырская горная страна, развившаяся на месте позднепалеозойской - раннетриасовой складчатой зоны. Эта горная страна заложилась уже с начала мезозойской эры, была значительно приподнята в меловом периоде, в конце неогена и четвертичном периоде преобразована действием долинных и покровных ледников, четвертичных морских трансгрессий и ныне подвергается усиленному воздействию морозного выветривания.

С юга Таймырская горная страна граничит с Северо-Сибирской, или Таймырской, низменностью, располагающейся на месте мезозойских впадин - Хатангской и Усть-Енисейской. Низменность представляет собой созданную в основном во второй половине четвертичного периода аккумулятивную равнину, выполненную морскими, ледниковыми и озерно-аллювиальными осадками. В настоящее время большую роль в моделировке рельефа играют мерзлотные процессы – солифлюкция, термокарст, явления мерзлотного пучения.

Южнее, в пределах Сибирской платформы, рельеф приобретает платообразный характер, зависящий в значительной степени от горизонтального залегания слагающих платформы палеозойских осадочных, позднепермских и раннетриасовых вулканогенных толщ.

К западу от Сибирской платформы в пределах долины Енисея и еще западнее, во входящей в состав Красноярского края восточной части Западно-Сибирской низменности, развит аккумулятивный рельеф, сложенный на севере морскими, ледниковыми и озерно-аллювиальными, на юге главным образом озерно-аллювиальными четвертичными отложениями.

Этот рельеф формировался на денудированной поверхности палеозойских и докембрийских толщ (правобережье Енисея) и на мезозойских аккумулятивных равнинах (левобережье Енисея).

На юге Красноярского края расположены палеозойские, отчасти позднедокембрийские складчатые сооружения, уже с начала мезозойской эры, а частично и в палеозое приобретшие горный рельеф. Межгорные впадины здесь унаследованы также с палеозойской эры. Горный рельеф Алтае-Саянской области, существовавший в мезозое, подвергся интенсивной денудации в палеогене и неогене. Лишь со второй половины неогена новейшие тектонические движения привели к созданию современного горного рельефа в пределах зон поднятий и значительно обновили рельеф Минусинских межгорных котловин. В разработке рельефа наряду с интенсивной эрозионной деятельностью в четвертичном периоде принимали участие также горные ледники и талые ледниковые воды.

*Таймырская горная область* занимает северную часть Таймырского полуострова, которая в отличие от расположенной южнее Северо-Сибирской (Таймырской) низменности может быть названа Горным Таймыром.

В строении Горного Таймыра наблюдается определенная геоморфологическая зональность, обусловленная неотектоническими движениями. Этими зонами являются (с юга на север): хр. Бырранга, Пясино-Фаддеевская депрессия и Карский массив.

Наиболее возвышенную часть Таймырского полуострова занимают горы, или точнее, хр. Бырранга, протягивающийся так же, как и остальные зоны Горного Таймыра и Северо-Сибирская низменность, в восточно-северо-восточном направлении, близком к общему простиранию геологических структур.

Южный склон гор круто спускается к Северо-Сибирской низменности, по границе с которой от Енисейского залива до моря Лаптевых протягивается желобообразное понижение рельефа. К последнему приурочен главный плёс Таймырского озера, р. Верхняя Таймыра, субширотный отрезок р. Пясины и ряд более мелких водных артерий.

Образование указанного желоба связано со спецификой колебательных движений, имеющих наибольшие скорости вблизи границы между областями преимущественного поднятия и преимущественного опускания.

В связи с этим наличие краевого желоба служит одним из доказательств тектонического происхождения южной границы гор Бырранга. Другим существенным доказательством служит неточное совпадение этой границы с простираем складок в горах Бырранга, образующих с ними острый угол, величина которого увеличивается на восток по мере поворота всей складчатой структуры от почти широтного к северо-восточному направлению.

Горы Бырранга достигают наибольшей ширины (около 150 км) вблизи северо-восточной своей оконечности – между Таймырским озером и морем Лаптевых. Здесь же они имеют и наибольшие высоты.

В западно-юго-западном направлении наблюдается общее снижение высот гор Бырранга, что характерно и для более северных геоморфологических зон Горного Таймыра. Вблизи западной оконечности гор, где они местами распадаются на ряд останцево-грядовых или плато-образных возвышенностей, подножия которых скрываются в сплошном чехле четвертичных отложений, высота отдельных вершин не превышает 300 - 350 м.

На отдельных участках гор выделяются продольные межгорные депрессии, которые особенно четко представлены в районе Таймырского озера. Это объясняется тем, что главный плёс озера приурочен к наиболее погруженной части описанного выше краевого желоба, ограниченной на севере южным склоном гор Бырранга, а на юге горстообразной возвышенностью Киряка-Тас, расположенной уже в пределах Северо-Сибирской низменности.

В формировании межгорных депрессий значительную роль сыграли молодые блоковые движения. Границы депрессий с возвышающимися над ними горными грядами не находятся в какой-либо связи с эрозионными или другими элементами рельефа экзогенного происхождения. Напротив, как современное эрозионное, так и недавнее гляциальное расчленение закономерно отражает характер молодых движений гор Бырранга.

Днища межгорных депрессий устланы более или менее мощным покровом четвертичных отложений, представленных главным образом образованиями последнего покровного (зырянского) оледенения, из-под которых на отдельных участках обнажаются слабодислоцированные отложения юры и мела. Несколько особое место в общем рельефе гор Бырранга занимает сложная Тарейская депрессия, охватывающая бассейн р. Тареи и рассекающая здесь горы под острым углом – в северо-восточном направлении. Она представлена рядом кулисообразно расположенных межгорных депрессий, соединенных между собой поперечными понижениями и образующих в совокупности зону пониженного рельефа шириной до 50-60 км. В отличие от обычных межгорных депрессий в горах Бырранга коренные породы днища Тарейской депрессии представлены более древними существенно карбонатными породами нижне-средне-палеозойского возраста, что свидетельствует об обращенном рельефе на этом участке. Вероятно, эта часть гор Бырранга испытывала активное сводовое поднятие, которое на определенном этапе привело к появлению трещин растяжения и последующему оседанию приосевой части свода.

На западе горы Бырранга срезаются Енисейским заливом; на востоке они круто обрываются к прибрежной низменной равнине моря Лаптевых, сложенной четвертичными отложениями. Эта прибрежная равнина, известная под названием берега Прончищева, вытянута в северо-западном направлении вкост гор Бырранга. Ширина ее колеблется от 25 до 40 км. К ней приурочен фьордообразный залив моря Лаптевых – бухта Марии Прончищевой. К югу от залива прибрежная равнина сливается с Северо-Сибирской низменностью.

Горы Бырранга приобрели свой современный облик в результате эрозионного расчленения, сопровождавшегося их общим поднятием и дифференцированными движениями отдельных участков на протяжении большей части четвертичного периода.

Речные долины в горах Бырранга подразделяются на доледниковые, использованные затем ледниковой сетью последнего долинного (сартанского) оледенения, и более молодые – послеледниковые, расчленяющие не затронутые оледенением гольцовые участки и частично врезанные в склоны или днища ледниковых (троговых) долин. Продольный профиль трогов отличается наличием ряда переуглубленных участков, часть которых до сих пор занята живописными ледниковыми озерами (озера Суровое, Левинсон-Лессинга и многие другие). Местами днища троговых долин устланы моренными и флювиогляциальными отложениями. Последние хорошо сохранились в верховьях долин, и на водораздельных участках сквозных (ледниковых) долин, куда еще не дошел современный эрозионный врез.

Зырянское оледенение оставило следы в виде аккумулятивных накоплений моренного материала, известных в межгорных и Тарейской депрессиях, а также на отдельных платообразных возвышенностях, что особенно характерно для западной и отчасти северо-восточной оконечностей гор Бырранга. Отдельные валуны, принесенные с северных окраин Таймырского полуострова и с островов Северной Земли, встречаются в горах Бырранга почти повсеместно. Анализ имеющихся данных о петрографическом составе валунов, найденных в горах Бырранга и в северной части Северо-Сибирско, низменности, позволяет предполагать, что зырянский ледник двигался через Горный Таймыр, в общем, в юго-западном направлении.

В настоящее время на участках горного рельефа, еще не вошедших в сферу активной деятельности линейной эрозии, широкое развитие имеют нивационно-солифлюкционные процессы. Складчатые структуры Бырранга слагаются терригенными верхнепалеозойскими отложениями и связанными с ними многочисленными, в основном пластовыми, интрузиями траппов. Последние обычно выделяются в рельефе в виде моноклиальных куэстообразных гряд, образующих один из склонов и гребень отдельных положительных форм горного мезорельефа. На склонах гор наклонно залегающие пластовые интрузии слагают predetermined избирательной денудацией уступы, которые преобразуются нивационно-солифлюкционными процессами в нагорные террасы. Эти широко развитые в горах Бырранга процессы гольцового террасирования (выравнивания) обуславливают и платообразность вершинных поверхностей большей части горных возвышенностей. Развитые на отдельных участках гор Бырранга базальтовые покровы и туфы пермо-триаса слагают обширные платообразные возвышенности (левобережье р. Сырадсай) или отдельные «караваеобразные» холмы и невысокие изолированные горы (район северного побережья Таймырского озера).

Подчиненное значение в строении гор Бырранга имеют среднепалеозойские, преимущественно карбонатные породы, приобретающие сплошное развитие лишь в бассейне р. Тарей. Обычно же эти породы слагают узкие блоки, которые благодаря недавним поднятиям выражены в рельефе в виде гребней, выделяющихся светлой

окраской известняков на темно-сером фоне горных склонов, сложенных пермскими песчаниками, алевролитами и аргиллитами.

С севера вдоль хр. Бырранга простирается вытянутая в том же восточно-северо-восточном направлении так называемая Пясино-Фаддеевская депрессия - зона сравнительно пониженного рельефа, сложенного карбонатными породами нижне- и среднепалеозойского возраста. Эта депрессия так же, как и Тарейская, выступает по отношению к большей части гор Бырранга как зона обращенного рельефа. Границы ее геоморфологически выражены в виде уступов рельефа, в общем совпадающих с региональными продольными разломами, прослеживаемыми на значительном протяжении вдоль обоих ее бортов. Днище депрессии имеет общий подъем в восточно-северо-восточном направлении. В этом же направлении, но еще быстрее возрастают высоты возвышенностей, ограничивающих депрессию с севера и юга, в связи с чем возрастает глубина депрессии и крутизна образующих ее склонов. Особенно высоким и крутым (около 500 м относительной высоты) является южный склон Пясино-Фаддеевской депрессии на участке, расположенном в 10 - 15 км северо-восточнее главного водораздела Таймыра, проходящего по гребню наиболее возвышенной горной гряды Бырранга - Сиракута-Нэтти.

В отличие от типичного горного рельефа, характерного для большей части хр. Бырранга, Пясино-Фаддеевская депрессия представлена в основном пологосклонными увалами, обычно вытянутыми субпараллельно ее простиранию. Наиболее пониженные участки между увалами сложены четвертичными породами и обнажающимися кое-где из-под них отложениями мелового возраста. Крайняя западная оконечность (между устьем р. Пясины и Енисейским заливом) Пясино-Фаддеевской депрессии сложена в основном верхнепалеозойскими терригенными породами, прикрытыми почти сплошным чехлом четвертичных отложений. Последние в противоположность более восточным районам представлены не только ледниковыми (зырянскими), но и почти повсеместно обнажающимися под ними межледниковыми морскими отложениями, приуроченными зачастую к сохранившимся с дозырянского времени террасовидным поверхностям, что характерно и для быррангинской части западной оконечности Таймыра. Северная часть Пясино-Фаддеевской депрессии на этом участке почти полностью погружена в Карское море, выше уровня которого возвышается лишь ряд невысоких островов (о-ва Каменные и др.).

Севернее Пясино-Фаддеевской депрессии располагается наиболее северная зона Горного Таймыра, сложенная метаморфическими сланцами, филлитами и гнейсами протерозоя и приуроченными к ним интрузиями гранитоидов. Для этой части Таймырского полуострова, к которой относятся берег Харитона Лаптева, п-ов Челюскин и тяготеющие к ним территории, можно предложить наименование Карский массив.

По отношению к Пясино-Фаддеевской депрессии Карский массив является более возвышенной зоной рельефа. Абсолютные отметки его, в общем, возрастают в восточно-северо-восточном направлении от 80 – 100 м в районе Пясинского залива до 500 – 700 м на правом берегу р. Ленинградской. Исключение составляет только широкая (до 75 км) депрессия (называемая Ленинградской), располагающаяся на продолжении Тарейской депрессии гор Бырранга и рассекающая большую часть Карского массива в северо-восточном направлении.

Дно Ленинградской депрессии почти нигде не возвышается более чем на 150 м над уровнем моря. Оно устлано юрскими, меловыми и четвертичными отложениями, залегающими непосредственно на протерозое или вблизи гор Ленинградских, на нижепалеозойских породах. Из четвертичных образований здесь особенно широко развиты морские межледниковые и перекрывающие их ледниковые отложения, образующие кое-где грядовые комплексы, аналогичные

конечным моренам и маргинальным озам Северо-Сибирской низменности. Отдельные участки Ленинградской депрессии имеют весьма сглаженный рельеф, сложенный поздне-послезырянскими, в основном озерными отложениями, еще более широко развитыми только к югу от горного Таймыра - в Северо-Сибирской низменности.

К востоку от депрессии Ленинградской располагается наиболее возвышенная часть Карского массива - горы Ленинградские высотой 300 – 700 м над уровнем моря, северные отроги которых распространяются на восточную часть п-ова Челюскин. Рельеф их в общих чертах приближается к рельефу основной части гор Бырранга, т. е. характеризуется наличием платообразных, реже гребнеобразных возвышенностей, расчлененных отрогами и сетью более молодых эрозионных долин.

К западу от депрессии Ленинградской Карский массив характеризуется меньшими высотами (до 100 - 300 м над уровнем моря) и весьма сглаженным рельефом. В последнем доминируют пологосклонные крупные холмы изометрического очертания, реже вытянутые в северо-восточном направлении и очень сходные с «вараками» Северной Карелии и Кольского полуострова. Речная сеть здесь врезана слабо. Часть речных долин, значительно меньшая, чем в более южных зонах Горного Таймыра, несет следы обработки сартанскими долинными ледниками.

Аналогичное устройство рельефа имеет и третья, из числа возвышенных, часть Карского массива Таймырского полуострова - «плато», или «низкогорье», Лодочникова (150 - 300 м абс. высоты), расположенное к северу от восточной части депрессии Ленинградской и сложенное крупной интрузией субщелочных гранитоидов и вмещающих их пород нижнего палеозоя и протерозоя.

Низкогорье Лодочникова слагает основу западной половины п-ова Челюскин, восточная половина которого в своей возвышенной части занята отрогами гор Ленинградских. Низкогорье Лодочникова несет отчетливые следы экзарационной обработки льдами покровного оледенения и расчленено радиальной сетью позднейших троговых долин, которые так же, как и в горах Бырранга, имеют, по всей видимости, сартанский возраст.

Низкогорье Лодочникова и северная часть гор Ленинградских окаймлена прибрежной равниной, протягивающейся по всей периферии п-ова Челюскин полосой шириной до 25-40 км. Эта равнина соединяется с депрессией Ленинградской в районе устья Гафнер-фиорда, а также в районе устья р. Ленинградской. Отсюда на север вдоль долины р. Широкой протягивается низменная зона шириной 20-25 км, отделяющая низкогорье Лодочникова от гор Ленинградских и заканчивающаяся у побережья моря Лаптевых заливом Терезы Клавенес. Все эти низменные равнины возвышаются до 40 м над уровнем моря и по устройству рельефа так же, как и по геологическому строению, принципиально не отличаются от сливающихся с ним и депрессии Ленинградской, и берега Прончищева.

*Хатангская впадина и восточная половина Усть-Енисейской впадины* располагаются в пределах Северо-Сибирской низменности, а именно в той ее части, которая находится к югу от горной области Таймыра и нередко фигурирует под названием Таймырской низменности. Западная половина Усть-Енисейской впадины занимает северо-восточную часть Западно-Сибирской низменности.

С севера и юга границы Усть-Енисейской и Хатангской впадин, определяющиеся появлением на поверхности пород палеозоя и нижнего триаса, почти всюду отчетливо выражены в рельефе в виде уступа высотой от 110 до 300 - 400 м. На севере этот уступ представляет склон протягивающегося через Таймырский полуостров хр. Бырранга, на юге - край Средне-Сибирского

плоскогорья. Особенно резко уступ выражен на участках, где выходят покровы и пластовые интрузии траппов, обуславливающие появление крутых ступенчатых склонов.

Западная граница Усть-Енисейской впадины в рельефе почти не выражается. Лишь предположительно ее можно совместить с водораздельными возвышенностями в западной части Гыданского и Тазовского полуостровов, между реками Пуром и Надымом, Тазом и Вахом. Однако возвышенности эти очень незначительны по высоте и редко превышают 100 м над уровнем моря. Точно так же неясно прослеживается граница между Усть-Енисейской и Хатангской впадинами, проходящая в основном по водоразделу бассейна р. Пясины с бассейнами рек Верхней Таймыры и Хеты, но в южной части пересекающая притоки Пясины, реки Дудыпту и Хету. Восточная граница Хатангской впадины также нечеткая; она проходит несколько восточнее линии водораздела бассейнов Хатанги и Анабара.

В целом территория Усть-Енисейской и Хатангской впадины представляет равнину с большим количеством озер, с волнистым или пологохолмистым рельефом, характеризующимся высотами преимущественно до 100, реже до 200 м. Лишь отдельные возвышенности поднимаются выше 200-метровой изогипсы. Над общей поверхностью равнины резко выделяются глыбовые поднятия на востоке Хатангской впадины, связанные частью с соляной тектоникой, частью с мезозойскими складчатоглыбовыми структурами и достигающие высоты 400-650 м над уровнем моря.

Рельеф самой равнины тоже оказывается довольно расчлененным. Сильно приподняты и расчленены главные водораздельные возвышенности с высотами 100-200 м и более над уровнем моря. Напротив низменные равнины, вдоль которых протекает большинство рек, характеризуются малыми абсолютными отметками (менее 50 м абс. высоты, редко до 70-80 м), малой амплитудой колебаний высот, изобилуют озерами и обычно ограничены со стороны возвышенностей хорошо выраженными в рельефе крутыми уступами.

Рельеф низменности и распределение гидрографической сети обнаруживают чрезвычайно тесную зависимость от тектоники. Тектонически обусловлено положение главнейших речных артерий. Например, реки Хета и Хатанга протекают по осевой части Хатангской впадины. Низовья Таза, Тазовская губа, реки Мессо, Юрибей и Гыданская губа, вероятно, приурочены к зоне наибольшего прогибания Усть-Енисейской впадины. Ослабленные зоны вдоль северного борта Усть-Енисейской и Хатангской впадин явились, по-видимому, предпосылкой для возникновения широтных отрезков рек Пясины, Верхней Таймыры и для образования Таймырского озера.

Мезозойские структуры, продолжающие развиваться и в настоящее время, вызвали появление крутых изгибов в направлении течения Енисея - выше Усть-Енисейского порта и в направлении течения его притоков - Яковлевой и Танамы. Современные реки огибают погребенные поднятия фундамента впадин: реки Пясины, Янгода, Горбита и Верхняя Таймыра - Янгодо-Горбитское поднятие, Енисейский залив, затопивший долину Енисея, - поднятие на Дорофеевском полуострове. Очевидно, что тектонические проявления предопределили и многие другие резкие изменения в направлении рек в пределах низменности.

На ряду с тектоникой существенное, а часто преобладающее значение в моделировке рельефа имели экзогенные факторы: ледниковая аккумуляция и ледниковая экзарация, деятельность ледниковых вод, моря и рек. В современном рельефе особенно значительно отразилось последнее (зырянское) оледенение, оставившее в пределах низменности конечноморенные гряды, отложения которых или перекрывают возвышенности, или нередко непосредственно составляют эти водоразделы.

Очень широким распространением пользуются также камы, большей частью тесно связанные с конечноморенными образованиями. Наблюдаются краевые марены, состоящие из ряда параллельных гряд, реже - озы.

Хорошо выраженные конечноморенные гряды были образованы горными ледниками, спускавшимися по главнейшим речным долинам со Средне-Сибирского плоскогорья и с гор Бырранга; они протягиваются вдоль южного и северного краев низменности. Нередко также ледниковые языки выпахивали ложбины, впоследствии занятые озерами (оз. Пясины, заливы Таймырского озера).

Зырянское оледенение, по-видимому, захватывало почти всю рассматриваемую территорию, за исключением, возможно, лишь небольших участков к востоку от Хатангского залива. Поэтому более ранние оледенения не оставили заметных следов в современном рельефе. Правда, для некоторых возвышенностей (Ушкан-Камень на Дудыпте, Сигирте-Надо на Танаме) предполагается наличие морены максимального оледенения.

Работа моря в формировании рельефа Северо-Сибирской низменности и северо-востока Западно-Сибирской низменности также сыграла свою роль. Территория Северо-Сибирской низменности к западу от Анабаро-Поппигайского водораздела почти целиком затоплялась водами межледникового моря. То же самое происходило на севере Западно-Сибирской низменности вплоть до 65-66<sup>0</sup> с. ш. Море абрадирировало склоны гор Бырранга и Средне-Сибирского плоскогорья, выработав здесь береговые уступы, круто обрывающиеся к низменности. В пределах низменности межледниковое поле создавало аккумулятивные морские равнины, которые местами сохранились до настоящего времени, будучи почти не перекрыты ледниковыми отложениями.

Деятельность рек тесно связана с работой талых ледниковых вод, потоки которых питали речные системы в период таяния ледников. После исчезновения ледников реки разработали свои долины, следуя направлению стока ледниковых вод и зачастую подчиняясь при этом положению тектонических элементов. Там, где речные долины пересекают моренные гряды или тектонические поднятия, стала преобладать глубинная эрозия. Это привело к тому, что реки и до настоящего времени не успели выработать широкие долины. Даже на таких крупных реках, как Пясины, местами пойменная, терраса присутствует лишь в виде узкой полосы вдоль одного из берегов реки. После таяния ледников зырянского оледенения в речных долинах образовались три террасы. Верхняя из них - III терраса высотой 15-40 м, названная Каргинской, - представляет собой поверхность аллювиальной равнины и связана с зандами отдельных стадий отступления зырянских ледников. II терраса высотой 8-15, редко до 20 м, имеет крайне ограниченное распространение и обычно встречается в виде отдельных обрывков. I - пойменная терраса высотой до 6-8 м характеризуется наличием хорошо выраженного уступа, указывающего на происходящее в настоящее время врезание речной сети. В то же время в устьях Енисея и Хатанги наблюдаются образовавшиеся в недавнем прошлом затопленные долины.

Рассматриваемая территория находится в пределах области сплошного развития вечной мерзлоты. Последняя отсутствует только под руслами рек и под озерами (исключая мелкие речки и озера). Наличие вечной мерзлоты несомненно оказывает очень большое влияние на развитие рельефа. Солифлюкционные процессы определили быстрое выколачивание склонов моренных холмов, камов, конечноморенных гряд. Вечная мерзлота явилась основным фактором в образовании чрезмерно широких долин даже у мелких речек и ручьев. На низменных заболоченных и изобилующих озерами равнинах часто наблюдаются крупные мерзлотные бугры - булгуньяхи высотой до 15-25 м, растущие, очевидно, за счет притока и постепенного намерзания вод из деятельного слоя и соседних водоемов.

В южной части впадин в лесной зоне встречаются также на болотах торфяные бугры.

Вытаивание находящихся четвертичных отложений залежей ископаемого льда и льдистых грунтов приводит к появлению термокарстовых форм рельефа. Термокарстовое происхождение имеют, по-видимому, многие озера, расположенные на водоразделах и занимающие глубокие котловины. Иногда в этих озерах обнаруживаются глубины в несколько десятков метров, иногда берега озер продолжают интенсивно разрушаться и в настоящее время, благодаря чему площадь озера растет.

Вечная мерзлота препятствует развитию и эоловых форм рельефа. Только местами вдоль берегов рек, на гребнях песчаных возвышенностей наблюдаются следы перевевания песков, зачаточные дюны, более широкое развитие которых задерживается мерзлотой и увлажненностью деятельного слоя.

## **Лекция 2. Геоморфологическая характеристика центральных районов Красноярского края**

1. Средне-Сибирское плоскогорье.
2. Енисейский кряж.
3. Приенисейская часть Западно-Сибирской низменности.

Средне-Сибирское плоскогорье окаймляется на севере Северо-Сибирской, на западе Западно-Сибирской низменностью, на юго-западе - Енисейским кряжем, на юге - горами Восточного Саяна. В северо-западной части плоскогорья обособляется нагорье Путорана.

Средне-Сибирское плоскогорье является плоской возвышенностью (плато) с абс. высотой 500-800 м, сложенной почти горизонтально залегающими осадочными породами, послойно и согласно перемежающимися с пластами интрузивных пород (траппов). Плоскогорье расчленено на отдельные, преимущественно плосковершинные останцы, типа «столовых гор». Оно постепенно понижается к долине р. Енисея, а по направлению к нагорью Путорана его высота, наоборот, увеличивается.

Многими исследователями отмечается зависимость рельефа Средне-Сибирского плоскогорья и нагорья Путорана от особенностей их геологического строения. Высказываются разнообразные взгляды на возраст рельефа Средне-Сибирского плоскогорья: некоторые исследователи считают, что Средне-Сибирское плоскогорье представляет древнюю равнину - пенеплен, сформировавшуюся в конце мезозоя или в третичном периоде; другие считают, что поднятие этой равнины и, как следствие его, углубление долин происходили во второй половине третичного периода; третьи - образование этого рельефа относят к третично-меловому возрасту.

По вопросу оледенения севера Средней Сибири также нет единого мнения. Одни исследователи предполагают широкое распространение покровного оледенения в Сибири, в частности Средне-Сибирского плоскогорья. Центры оледенения располагались на Таймыре и нагорье Путорана, количество оледенений колеблется от двух до нескольких. Другая группа исследователей, предполагает, что климат Средней Сибири в ледниковую эпоху был сухим, холодным, бедным осадками и не создавал благоприятных условий для возникновения покровного оледенения. Оледенение ограничивалось, по их мнению, только нагорьем Путорана.

Таким образом, единого мнения о типе, количестве и границах оледенения еще нет.

В настоящее время считается достоверно установленным, что формирование и строение рельефа Средне-Сибирского плоскогорья находятся в тесной зависимости от литологии, проявления и интенсивности тектонических движений, древнего оледенения и эрозионно-аккумулятивной работы рек. Существенное влияние на рельеф оказали выветривание, преимущественно физическое (морозное), и денудация (в частности, солифлюкция).

Отличительной чертой рельефа Средне-Сибирского плоскогорья и нагорья Путорана является ступенчатость, которая обусловлена в основном составом горных пород, различно реагирующих на интенсивное морозное выветривание. Плоская поверхность отдельных ступеней определяется наличием бронирующих пластов интрузивных и эффузивных пород (траппов), относительно более устойчивых по отношению к выветриванию.

Плосковершинность останцов («столовые горы»), образовавшихся в результате эрозионного расчленения плоскогорья, объясняется также горизонтальным залеганием пород, которое не было нарушено при последующих поднятиях. Однако выровненные поверхности не всегда следуют напластованию стойких пород; местами они срезают пласты. Это показывает, что выработка выровненных поверхностей являлась не просто следствием структурной препарировки пород, а результатом формирования денудационных поверхностей. В общем ступенчатом рельефе представляется возможным выделить две поверхности денудации, имеющие абс. высоту 300-500 и 500-800 м на Средне-Сибирском плоскогорье; 500-800 и 800-1000 м - в предгорьях Путорана ; 1000- 1300 и 1300-1600 м - в центральной части нагорья Путорана.

Расположение рек, впадин, занятых озерами, и горных хребтов в пределах нагорья Путорана и Средне-Сибирского плоскогорья подчинено господствующим направлениям древних разломов, впоследствии, видимо, обновленных. Преобладают северо-западные и северо-восточные направления рек и их крупных изгибов, а в западной части нагорья Путорана - широтные. В тех же направлениях вытянуты и останцовые горные гряды.

Захватившее северо-западную часть Средне-Сибирского плоскогорья оледенение оказало большое влияние на формирование рельефа. На нагорье Путорана ледники оставили свои следы почти всюду в виде свежих каров, цирков, трогов и впадин, переуглубленных и обработанных ледником, а также озерно-холмистого рельефа и конечных марен, подпруживающих озера.

На Средне-Сибирском плоскогорье останцовый структурно-денудационный и эрозионно-денудационный рельеф перекрыт ледниковыми отложениями, образующими сплошной или прерывистый покров различной мощности, значительно увеличивающийся в понижениях древнего рельефа. Местами распространен аккумулятивный ледниковый резко выраженный озерно-холмистый или конечноморенный рельеф. Отсутствие каров, цирков и трогов, наличие ледникового холмисто-озерного рельефа и плащеобразное залегание ледниковых отложений указывают на покровный тип оледенения.

Особенности петрографического состава валунов, распространенных в Западно-Сибирской и Северо-Сибирской низменностях, при общей значительной высоте нагорья Путорана позволяют предполагать, что оно явилось одним из постоянных центров оледенения. Двигаясь с нагорья Путорана, ледник выносил обломочный материал в соседние понижения. Нагорье оказалось областью сноса, а низменности и понижения - областью аккумуляции, где образовался ледниковый озерно-холмистый рельеф.

Строение речных долин и характер речной сети меняются в зависимости от того, подвергалась ли территория оледенению, а также в зависимости от возраста

ледникового масштаба. В связи с этим выделяются четыре зоны, различающиеся по строению речной сети.

1. Зона молодого (сартанского) оледенения, где реки еще не успели создать эрозионный рельеф; они врезаются в плато или используют древние трог и эрозионные понижения, заполненные ледниковыми отложениями; террасы почти не развиты; эрозионный рельеф сформирован лишь в узкой приречной полосе (р. Курейка в верховьях, р. Аян и др.).

2. Зона зырянского оледенения: крупные реки прорезали рыхлый покров и частично углубились в коренные породы, не успев переработать ледниковый рельеф даже в приречной полосе. Террасы преимущественно низкие, слабо развиты. На отдельных участках наблюдается эпигенез рек (р. Курейка в нижнем течении и др.). Под ледниковыми отложениями, по-видимому, скрыт древний эрозионный рельеф с сохранившимися местами древним аллювием.

3. Зона древнего (максимального) оледенения, где хорошо сформированный эрозионный рельеф только частично скрыт под ледниковыми отложениями (долина нижнего течения р. Нижней Тунгуски). Долины представляют собой узкие каньоны, глубоко врезаемые в низовьях. Пойма развита слабо; она узкая, ступенчатая и высокая (от 8 до 15 м). Низкие террасы (20-25 и 40-45 м) аккумулятивные, хорошо выражены в рельефе; средние и высокие (55-80 и 100-300 м) - эрозионно-аккумулятивные, нередко сложены мореной или мощной толщей песков. Высокие террасы наклонные, не имеют четко выраженной бровки, которая вследствие интенсивной солифлюкции обычно сnivelирована. Поэтому на склонах долин часто образуется единая наклонная поверхность (аккумулятивный «увал»), высота которого у бровки крупных долин достигает 35-40 м, а у закраины - 100-110 м. Эпигенез рек на отдельных участках сопровождается возможными остатками древних погребенных долин.

4. Внеледниковая зона характеризуется наиболее развитым эрозионным рельефом со зрелой разветвленной речной сетью и серией террас (реки Подкаменная Тунгуска, Ангара и др.). Долины крупных рек в нижних течениях глубоко врезаются и террасированы.

Долины крупных рек, по мнению большинства исследователей, заложились в конце неогенового или начале четвертичного периода.

Енисейский кряж представляет собой структурно-денудационную возвышенность среднегорья с абс. высотами 800-1000 м, выработанную в сложнодислоцированных метаморфических породах, прорванных интрузиями гранитов. Дизъюнктивные нарушения северо-западного и северо-восточного направлений ограничивают кряж, а в его пределах предопределили заложение основных рек. Долины в приустьевых частях V-образные, в верховьях широкие, слабо углубленные. В составе аллювия, кроме обломков коренных пород, участвуют и продукты перемыва древней коры выветривания. Во многих участках аллювий обогащен золотом. Долина р. Ангары разделяет Енисейский кряж на две части.

Северная часть Енисейского кряжа приподнята (наибольшие высоты превышают 1000 м, например гора Енашиминский Полкан имеет 1104 м абс. высоты) и отчетливо выражена в рельефе в виде единой горной гряды, глубоко расчлененной реками в Приенисейской зоне. Южная часть значительно снижена (абс. высоты 500-600 м), орографически слабо выражена, сильно расчленена реками, в результате чего единство рельефа нарушено. Широко развиты поверхности выравнивания с мощной корой выветривания. Долины широкие, выположенные, врезаемые лишь в приустьевых участках.

В пределы Красноярского края входит восточная часть Западно-Сибирской низменности, прилегающая к долине Енисея. Последняя к югу от 62° с. ш. является географическим рубежом, отделяющим низменность от Средне-Сибирского

плато. К северу от 62° с. ш. низменность частично переходит и на правобережье Енисея. Поверхность низменности имеет отметки, колеблющиеся от 100 до 200 м над уровнем моря. Лишь на междуречье Дубчеса и Елогуя известны поднятия до 250-290 м абс. высоты, а в верховьях рек Сочура и Большого Каса – отдельные холмы высотой до 220 м над уровнем моря.

На юге, в верховьях рек Кемчуга, Кети и Кеми, поверхность постепенно повышается, и Западно-Сибирская низменность переходит в предгорную равнину с абс. отметками 300-400 м, узкой полосой окаймляющую отроги горных сооружений Восточного Саяна. В геологическом отношении предгорная равнина совпадает с полем выхода на поверхность юрских и нижнемеловых образований, перекрытых аллювиально-пролювиальными отложениями плиоцен-нижнечетвертичного возраста.

Западно-Сибирская низменность представляет собой обширную эрозионно-аккумулятивную равнину, созданную на протяжении четвертичного периода при активном участии морской, озерной, речной и ледниковой аккумуляции. Формирование низменности было обусловлено медленным опусканием, охватившим Западно-Сибирскую плиту в четвертичное время. Опускание происходило на фоне блокового поднятия окружающих низменность горных сооружений.

Амплитуда тектонических движений отдельных частей низменности была неодинаковой. О блоковом характере движений свидетельствует четко выраженная региональная дифференциация осадконакопления, проявляющаяся в формировании неотектонических впадин с толщей четвертичных отложений до 100-200 м и разделяющих их валов. К последним приурочены выходы меловых и третичных пород, перекрытых, как правило, лишь маломощным чехлом четвертичных отложений.

Неотектонические структуры в пределах Западно-Сибирской низменности хорошо подчеркиваются распределением гидрографической сети. Валообразные поднятия служат, как правило, водоразделами речных бассейнов второго порядка, в то время как контуры самих бассейнов совпадают с контурами неотектонических впадин.

Среди положительных кайнозойских структур в восточной части низменности выделяются: Келлог-Теульческое поднятие, располагающееся на Дубчес-Енисейском междуречье, на продолжении структур Енисейского кряжа; Худосей-Ширтинское поднятие; Тымский вал, водораздельные поднятия Гыданского полуострова. Среди отрицательных структур крупнейшей считается узкая Енисейская впадина - прогиб грабенообразного типа.

Формирование рельефа равнины проходило в тесном взаимодействии эндогенных и экзогенных факторов. Северная половина низменности испытывала блоковые движения обоих знаков, благодаря чему подвергалась неоднократным ингрессиям моря. Южная часть низменности, переходная к предгорной равнине, испытывала слабые, преимущественно положительные движения.

Из экзогенных факторов наибольшую роль в формировании рельефа сыграло четырехкратное продвижение ледниковых покровов в пределах северной части низменности. Благодаря скоплению масс льда внеледниковая зона низменности испытывала одновременное сильное обводнение за счет речных, озерных и талых ледниковых вод, осадки которых покрывают современные водоразделы к северу от 58° с. ш.

Каждое из оледенений (демьянское, самаровское, енисейское и зырянское) оставило в пределах низменности свой комплекс аккумулятивных образований в ледниковой и в неледниковой зонах. Благодаря тому, что площадь и размеры оледенений последовательно уменьшались, в формировании четвертичных отложений и связанных с ними форм рельефа возникла отчетливая широтная

зональность, которая может быть положена в основу геоморфологического районирования Западно-Сибирской низменности.

Рельеф ледниковой зоны формировался в результате аккумуляции материала, освободившегося в ходе таяния «мертвого» льда. По относительному возрасту рельефа и степени его сохранности ледниковая зона подразделяется на две крупные геоморфологические области: область молодой ледниково-аккумулятивной равнины зырянского оледенения и область древней ледниково-аккумулятивной равнины.

Рельеф ледниково-аккумулятивной равнины времени зырянского оледенения характеризуется молодостью и, как следствие этого, относительной резкостью форм. Речная сеть еще не успела освоить территорию. Речные долины не разработаны, имеют только пойменную террасу, продольный профиль их не выработан.

Различие условий аккумуляции материала и характер подстилающей доледниковой поверхности определили формирование нескольких типов рельефа.

Крупногрядовый аккумулятивный рельеф развит в виде узких гряд валов, вытянутых несколькими полосами в меридиональном направлении. Гряды сложены валунными суглинками, реже песчанистым материалом (полный разрез отсутствует). Видимая мощность морены превышает 13 м. По всей вероятности, крупногрядовый рельеф выступает насаженным; он возник в результате скопления морского материала перед поднятиями доледникового рельефа. Относительная высота гряд достигает 100 м, абсолютная 170 м, а превышение гряд над дном оз. Маковского – 200 м.

Озерно-холмистый рельеф донной морены «мертвого льда» выступает господствующим типом моренной равнины и характеризуется обилием мелких термокарстовых озер, разделенных холмами высотой от 15 до 50 м, сложенными валунами суглинков. Выделяются короткие ложбины стока (до 10 км) с цепочкой озер.

Слабоволнистый водно-ледниковый рельеф с абс. отметками 50-100 м представляет собой заболоченную равнину, сложенную флювиогляциальными отложениями (песками, ленточными глинами).

Рельеф древней ледниково-аккумулятивной равнины сформирован во время самаровского и енисейского (тазовского) оледенений. В соответствии с более древним возрастом морфологический облик рельефа характеризуется сглаженностью форм, меньшей амплитудой колебаний отметок поверхности, большей эрозионной расчлененностью.

Выделяются два типа рельефа: холмисто-увалистый рельеф аккумулятивной равнины «мертвого льда», развитый на междуречьях, и пологоволнистый рельеф водно-ледниковой равнины, развитый на меньших абсолютных отметках (50 – 120 м абс. высоты) в понижениях. На Тазовско-Енисейском междуречье общий облик холмисто-увалистого рельефа несколько резче (моложе), на Елогуйско-Дубческом междуречье, несмотря на его приподнятность, – мягче, сглаженнее. Основываясь на этом и принимая во внимание стратиграфические данные, в пределах древней ледниково-аккумулятивной равнины выделяют два морфологических комплекса, относимых к двум оледенениям (стадиям): енисейскому (тазовскому) и более древнему – самаровскому.

Южная окраина Западно-Сибирской низменности – предгорная равнина и переходная к ней полоса (58-57<sup>0</sup> с. ш.) – находилась вне зоны развития приледниковых озерных бассейнов. Здесь определяющую роль в формировании рельефа сыграли аллювиально-пролювиальная аккумуляция и последующие эрозионно-делювиальные процессы. Указанная дифференциация рельефообразующих агентов, а также различия в возрасте рельефа, его расчлененности и

гипсометрическом положении позволяют выделить во внеледниковой зоне две самостоятельные крупные геоморфологические области: область озерно-аллювиальной приледниковой равнины времени демьянского и самаронского оледенений и область древней аккумулятивной равнины, переходной к предгорной. В пределах первой области можно выделить два района (типа рельефа).

Древняя эрозионно-аккумулятивная (озерно-аллювиальная) плоско-волнистая равнина времени демьянского оледенения развита на Чулымо-Енисейском междуречье и на правом берегу рек Сыма и Дубчеса. Абсолютные отметки ее от 120 до 180-200 м. Поверхность равнины имеет густое эрозионное расчленение. Долины хорошо разработаны, как правило, асимметричны, имеют четыре надпойменные террасы.

Приледниковая аллювиально-аккумулятивная плосковолнистая равнина времени конца самаровского оледенения с абс. отметками около 100 м развита в бассейнах рек Сыма, Тыма и Каса. На севере она сочленяется с зандровой равниной, на юге вложена в древнюю озерно-аллювиальную равнину, на востоке сочленяется с IV надпойменной террасой р. Енисея. Эта равнина формировалась в условиях стока вод приледникового озерного бассейна на юго-запад в бассейн Оби, о чем свидетельствует наличие древних ложбин стока на междуречье Сыма и Кети. Речные долины имеют три надпойменные террасы.

Эрозионно-аккумулятивная приподнятая равнина отличается наиболее древним возрастом, восходящим к самому началу раннечетвертичной эпохи, и, вероятно, синхронична поднятию Восточного Саяна. Хорошо развитые и глубоко врезуемые речные долины имеют пять надпойменных террас высотой до 50-60 м. Слабоволнистые междуречья, сложенные меловыми и третичными породами, обладают террасированным характером и перекрыты труднорасчленяемой в фациальном отношении толщей плиоцен-четвертичных покровных образований.

Наряду с ледниковой и внеледниковой зонами в качестве крупной самостоятельной геоморфологической единицы должна быть выделена долина р. Енисея, заложенная еще в конце третичного времени.

Долина Енисея имеет весьма сложное геоморфологическое строение, что объясняется следующим. Долина находится на границе двух тектонических структур, имеющих различную амплитуду, а временами, возможно, и различный знак колебательных движений. Кроме того, долина имеет большую протяженность в меридиональном направлении, что обуславливает последовательное пересечение ею широтных палеогеографических зон, имеющих все более молодой, при движении на север, возраст ледниковых отложений. Особое влияние на строение долины оказали пересечение рекой структур Енисейского кряжа в районе Осиновских порогов и щек и приуроченность ее нижнего течения к правому борту Енисейского грабенообразного прогиба, испытавшего двукратное глубокое опускание.

Следствием указанных особенностей тектонического и палеогеографического положения долины р. Енисея является следующее.

Своеобразный «поперечный» перекося долины, выразившийся в асимметрии ее геоморфологического строения, особенно резкой в нижнем течении, где поверхности аккумуляции плиоцен-раннечетвертичного возраста оказались по правому борту (в пределах Средне-Сибирского плоскогорья) поднятыми на высоту до 120—320 м над современным уровнем реки, а по левому борту - опущенными до отметок 20 - 240 м ниже уровня реки.

Уменьшение числа речных террас вниз по течению реки особенно резко выражено вдоль левого борта долины, где поверхности речных террас последовательно замещаются при движении с юга на север поверхностями озерно-аллювиальных, озерных, эстуарно-морских или ледниковых водораздельных равнин все более молодого возраста (рис. 1).

Параллельно этому замещению происходит последовательный вниз по течению переход геоморфологических уровней и соответствующих им отложений в погребенное состояние. Благодаря этому долина р. Енисея у Красноярска состоит из восьми вложенных друг в друга элементарных (пойменных) долинных комплексов, т. е. имеет семь речных террас (с поймой), а у Туруханска - только из четырех элементарных комплексов, т. е. имеет три речные террасы. Более древним речным террасам на участке среднего течения р. Енисея у Туруханска соответствуют четыре погребенных аллювиальных комплекса (свита Завального яра, туруханские слои, хахалевские – мессовские слои и тунгусско-казанцевские слои).

На Енисее имеется ряд крупных локальных речных террас, сформировавшихся в результате ледниковых подпруд во время самаровского и зырянского оледенений (Лагерная и Осиновская террасы). Эти террасы развиты лишь на отдельных участках долины, однако отличаются такой большой протяженностью, что всеми исследователями включались в число цикловых террас. Результатом этого является несоответствие в нумерации надпойменных террас нижнего и среднего течений Енисея.

Присутствуют также мелкие локальные речные террасы, приуроченные к antecedentным участкам долины - «террасы взрывания», например локальные террасы на Атамановском и Осиновском участках.

Следует указать также на то, что развитие самой молодой речной террасы долины р. Енисея - поймы ее нижнего течения - обязано поздне-последледниковому колебанию уровня моря, не распространялось на участок среднего течения реки благодаря происходящему в последледниковое время поднятию Осиновского блока. Последнее обусловило создание перед Осиновским порогом Вороговского озеровидного расширения, явившегося базисом эрозии для вышележащего участка реки.

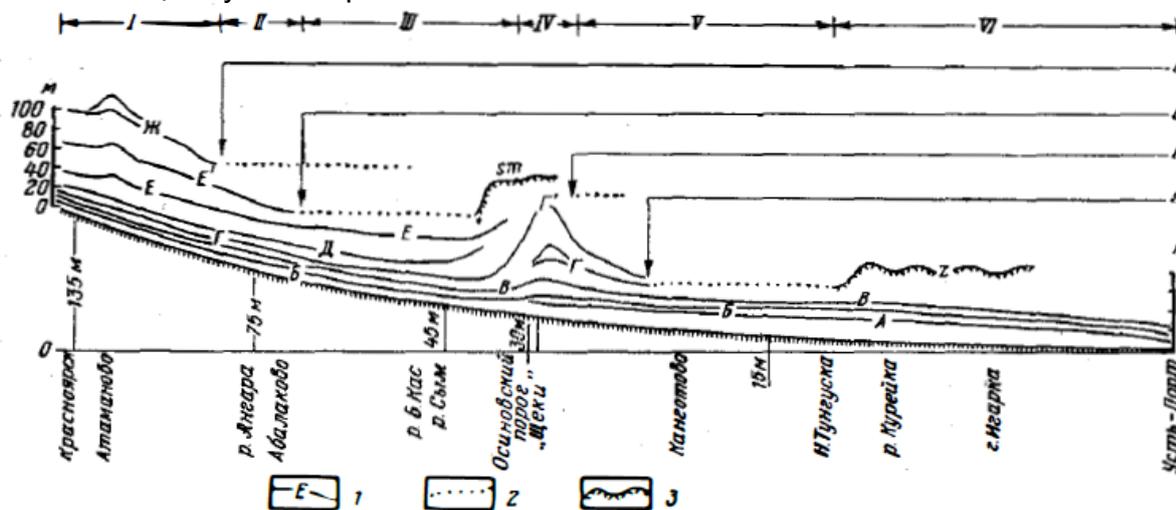


Рис. 1. Схема геоморфологического строения долины р. Енисея на участке Красноярск—Устье (продольный профиль по левому борту долины)

1. Речные террасы: А - пойма нижнего течения реки, 10-20 м; Б - Имбатская (I надпойменная в нижнем течении, 18-25 м; пойма в среднем течении, 6-12 м); В-Каргинско-Ладейская (II надпойменная в нижнем течении, 22-40 м; I надпойменная в среднем течении, 10-20 м); Г - локальная Осиновская (I II надпойменная в нижнем течении. 40—80 м); Г — Тунгусско-Красноярская (IV надпойменная, 50-115 м в нижнем течении; II надпойменная, 15-30 м в среднем течении); Д - Хахалевско-Березовская (III надпойменная в среднем течении, 25-70 м); Е - локальная Лагерная (IV надпой-менная в среднем течении, 40-65 м); Е -

Собакинская (V надпойменная, 65-80 м); Ж - Торгашинская (VI надпойменная, 100-140 м)

2. Водораздельные равнины озерного и эстуарно-морского генезиса и южные границы: а - озерного бассейна времени дьямьанского оледенения ( $Q_1^2$ ); б - ярцевского предледникового бассейна ( $Q_2^2$ ); в - эстуарного бассейна санчуговского моря ( $Q_2^3$ ); г - фарковского приледникового бассейна ( $Q_3^4$ ).

3. Зона ледниковых отложений самаровского времени (sm); зырянского времени (Z) I - участок предгорной Саянской равнины; II - участок древней озерно-аллювиальной равнины; III - участок среднечетвертичной Ярцевской озерно-аллювиальной равнины; IV - участок антецедентной долины Осиновского ущелья; V - участок эстуарно-ледниковой равнины санчуговского времени; VI - участок ледниковой равнины зырянского оледенения.

В пределах долины Енисея известны следующие главнейшие террасы.

1. Торгашинская терраса высотой 95-120 м. В пределах Атамановского хребта она имеет два уровня: 90-110 и 130-140 м. На широте Казачинска эта терраса, являющаяся VI надпойменной для среднего течения реки, сливается с поверхностью водораздельной равнины, сложенной озерно-аллювиальными осадками пантелеевской свиты. Широко распространена. Сложена мощной толщей суглинков и песков.

2. Собакинская (V надпойменная) терраса высотой от 65 до 80 м. У г. Красноярска - цокольная, ниже имеет толщу аллювия до 47 м. На широте г. Енисейска поверхность ее сливается (перекрывается) с уровнем озерно-аллювиальной равнины, сложенной осадками приледникового озера времени максимума самаровского оледенения.

3. Лагерная, атамановская IV надпойменная терраса высотой от 37-40 м в Усть-Каменском понижении до 55-65 м в Атамановском хребте. Широко распространена. На широте р. Бол. Каса замещается аллювиально-зандровой равниной времени деградации самаровского ледникового покрова.

4. Березовская (III надпойменная) терраса, ниже устья р. Каса именуется Хахалевской. Высота ее увеличивается от 25-30 м у Красноярска до 50-75 м близ устья р. Хахалевки. Выклинивается у Осиновских «щек». В пределах Енисейской впадины ей соответствует погребенный комплекс с хахалевско-мессовскими слоями.

5. Красноярская терраса в нижнем течении называется Тунгусской; в среднем течении является II надпойменной, в нижнем течении – IV надпойменной. Высота повышается от 16-20 м у Красноярска до 40-55 м у г. Верхнеимбатска; в пределах Осиновского поднятия достигает 100 - 115 м. Ниже р. Елогуя по левому борту долины погребена под фарковскими пери-гляциальными слоями.

6. Осиновская - местная терраса, развитая в нижнем течении реки, где считается III надпойменной. Высота колеблется от 40 до 70-80 м. В пределах Енисейской впадины замещается фарковскими слоями.

7. Ладейская терраса в пределах Енисейской впадины известна под названием Сургутихинской, в низовьях Енисея - Каргинской. В среднем течении является I надпойменной, в нижнем - II надпойменной. Высота возрастает от 12 м у г. Красноярска до 30-40 м у г. Игарки и снижается до 22 м ниже г. Дудинки.

8. Имбатская терраса. В среднем течении является пойменной, в нижнем - I надпойменной. Высота ее возрастает от 6-8 м у г. Красноярска до 25 м у т. Игарки и снова снижается до 10-12 м ниже Усть-Енисейского порта.

9. Пойменная терраса нижнего течения реки высотой от 5-6 м в низовьях до 17-19 м у г. Игарки. Развита вверх по течению до Осиновского порога.

## *Практическое занятие 1. Орографическое описание территории*

### I. Визуальный анализ топографической карты

Порядок выполнения задания:

1. Ознакомиться с масштабом карты, высотой сечения рельефа горизонталями, шкалой заложения; внимательно рассмотреть рисунки горизонталей.

2. Определить положительные и отрицательные, открытые и замкнутые формы рельефа с помощью горизонталей.

3. Установить общие особенности рельефа (горный или равнинный, эрозионный, денудационный или аккумулятивный) и гидрографической сети (характер водоемов: реки, озера, каналы и т. д.), водотоков (временные или постоянные), определить главную реку, ее левые и правые притоки, наличие проточных или бессточных озер и т. д.

4. Выделить участки, отличные друг от друга по внешнему облику форм и характеру гидросети; в пределах каждого участка подробно изучить формы рельефа, установить черты сходства и различия, постараться обосновать их, опираясь на знания теоретической части курса и помощь преподавателя.

5. Оформить результаты анализа топографической карты в рабочей тетради в виде словесного описания по пунктам 1-4.

### II. Морфометрическое изучение рельефа.

Морфометрические характеристики рельефа и водоемов следует выявлять в пределах наиболее типичных участков. Для этого следует найти минимальные, максимальные и средние значения морфометрических величин той или иной формы рельефа (речной долины, ложбины, междуречья, холма и т. п.) или элемента формы рельефа (склона, водораздельной поверхности).

Порядок выполнения задания:

1. Выявить максимальные, минимальные и преобладающие абсолютные высоты (в метрах над уровнем моря) в пределах изучаемой территории; средние, минимальные и максимальные значения абсолютной высоты в пределах той или иной формы рельефа (долины, ложбины, холма); урезы воды в реках и озерах.

2. Провести необходимые измерения и вычисления относительных высот (в метрах), характеризующих глубину расчленения рельефа (вертикальное расчленение рельефа); выявить наибольшую относительную высоту, максимальное превышение водоразделов над урезом самой крупной реки изучаемой территории; отдельно определить относительные высоты в пределах междуречий. Относительные высоты находят как разность между абсолютными отметками днищ долин и водоразделов между ними, т. е. как разность между наибольшей и наименьшей отметками рельефа в пределах изучаемой формы или района.

3. Определить или вычислить углы наклона земной поверхности (в градусах) в пределах долин, водоразделов. Углы наклона определяются по шкале заложений, которая помещена под рамкой учебной топографической карты. Для того чтобы определить угол наклона земной поверхности, нужно измерить расстояние между горизонталями (заложениями) и найти по шкале соответствующее ему значение угла наклона, выраженное в градусах. Угол наклона земной поверхности или угол падения склона можно вычислить и по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = h / l,$$

где  $\alpha$  - угол наклона склона (град.);  $h$  - высота сечения рельефа горизонталями (м);  $l$  - заложение или расстояние между горизонталями на карте (м).

4. Определить уклон водной поверхности рек (в метрах на километр), их ширину, глубину (в метрах). Ширина, глубина водотоков, абсолютные значения уреза воды в них обозначены на карте специальными надписями. Кроме того,

ширину водотока можно определить путем простейших измерений расстояния между его правыми и левым берегами.

Уклон водной поверхности реки на определенном отрезке течения рассчитывается по формуле  $i = h / l$ , где  $i$  - уклон водной поверхности реки (м/км);  $h$  - разность отметок реза воды в верхнем и нижнем течении реки (м);  $l$  - длина русла между отметками уреза воды в верхнем и нижнем течении реки.

5. Вычислить среднюю густоту эрозионного расчленения рельефа (горизонтальное расчленение рельефа, в километрах на квадратный километр) изучаемой территории. Для этого необходимо с помощью циркуля-измерителя определить суммарную длину всех водотоков и эрозионных форм (в километрах), представленных на карте.

Кроме того, необходимо определить площадь изучаемой территории в квадратных километрах. Густота эрозионного расчленения определяется по формуле

$$K = L / P,$$

где  $K$  - густота эрозионного расчленения (км/км<sup>2</sup>);  $L$  - длина эрозионной сети на изучаемой территории (км);  $P$  - площадь изучаемой территории (км<sup>2</sup>).

6. Выделить участки, характеризующиеся максимальными и минимальными значениями установленных морфометрических параметров рельефа.

7. Оформить результаты морфометрических измерений в рабочей тетради в виде словесного описания по пунктам 1- 6 с приведением исходных данных и всех необходимых формул.

В результате выполнения предыдущих заданий должно быть составлено орогидрографическое описание территории в соответствии с предлагаемым планом.

### III. Подготовка орогидрографического описания территории

Порядок выполнения задания:

1. Указать административное и природное местоположение изучаемой территории.

2. Описать общий характер рельефа: горный, равнинный, однообразный, разнообразный, холмистый, увалистый и т. п. Характеристика рельефа включает и обобщенное описание его форм. При этом указывается, какие положительные и отрицательные, замкнутые и открытые формы представлены, отмечаются районы их распространения в пределах изучаемого участка, закономерности их расположения и ориентировки, преобладающие размеры, морфологические черты сочленения сопряженных форм (характер границ).

3. Проанализировать морфометрические характеристики рельефа, форм рельефа и их элементов. Для этого следует указать наибольшие и наименьшие абсолютные высоты, особенности их распространения на местности в пределах изучаемого участка. Далее анализируются относительные высоты. Указываются установленные превышения междуречий над днищами долин, превышения положительных форм над отрицательными в пределах междуречий. Характеризуется крутизна склонов этих форм рельефа. Указывается густота расчленения в пределах изучаемого участка территории. Для каждого морфометрического параметра рельефа определяются районы с максимальными и минимальными его значениями.

4. Описать гидрографическую сеть района исследования. Характеристика гидросети начинается с описания главной реки: указывается ее название, направление течения, глубина, ширина, форма русла в плане. Таким же образом описываются левые и правые притоки главной реки. Отмечается наличие в пределах изучаемой территории малых эрозионных форм (оврагов, балок), озер, болот. Указываются их пространственное расположение, абсолютные отметки уреза

воды, глубина, ширина (от - до), длина (от - до) и т. д. Устанавливается тип эрозионной сети: древовидный, перистый, полосчатый и т. п.

5. Следует уделить особое внимание описанию речных долин, являющихся важнейшей частью современного рельефа. Указывается характер продольного профиля долины главной реки и ее притоков (ступенчатый, выпуклый, вогнутый, выпукло-вогнутый и т. п.).

Отдельно характеризуются формы поперечных профилей склонов речных долин: прямые, выпуклые, вогнутые, выпукло-вогнутые, ступенчатые, указывается их крутизна, длина. Отмечаются случаи асимметрии речной долины.

6. Провести простейшее геоморфологическое районирование по степени расчлененности рельефа, выделить районы преимущественно аккумулятивного, эрозионного и денудационного рельефа. Районы оцениваются с точки зрения хозяйственного использования территории. Составляется прогноз предполагаемого развития рельефа.

## *Практическое занятие 2. Геоморфологические карты*

Порядок выполнения задания:

1. По топографической карте провести анализ рельефа, сопряженный с изучением геологического строения территории по геологической карте и геолого-геоморфологическому профилю, составленному каждым студентом индивидуально. Для этого следует разобраться в морфологических особенностях территории, выделить открытые и замкнутые формы, повышенные и пониженные элементы форм, горизонтальные и субгоризонтальные поверхности, склоны, перегибы склонов, гребни, уступы, тальвеги и т. д. Далее необходимо оценить их размеры (крутизна склонов, ширина и глубина долин, относительные превышения и т. п.), установить связь рельефа с геологическим строением территории. Все это позволяет сделать вывод о генезисе и возрасте рельефа в целом, отдельных форм и элементов форм.

2. На топографической основе оконтурить генетические комплексы форм рельефа (геоморфологические районы или типы рельефа), предварительно наложив на топооснову кальку. Следует выделить денудационный рельеф (структурно-денудационный) и аккумулятивный, ледниковый, флювиальный и т. п. Геоморфологические границы проводят на кальке простым карандашом с учетом рисунка горизонталей, подчеркивающих перегибы склонов и другие элементы пластики рельефа.

3. В пределах выделенных генетических комплексов форм рельефа на кальке-накладке оконтуривают отдельные формы и элементы рельефа, которые отличаются по времени формирования, размерам или другим признакам, выбранным для картографирования. Возрастные комплексы и формы выделяются, прежде всего, в том случае, если на изучаемой территории имеется лишь один генетический комплекс. Возрастные комплексы форм и элементов форм изображают сплошными или пунктирными линиями либо линейными условными знаками, показывающими местоположение уступов, бровок, тальвегов, перегибов склонов и т. п. Например, в пределах флювиального комплекса форм рельефа необходимо выделить границы эрозионных склонов, террас, пойм, стариц и т. п. В пределах водноледникового комплекса форм рельефа следует выделить границы флювиогляциальных террас, ложбин стока талых ледниковых вод и т. п.

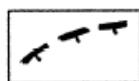
4. Нанести внемасштабные геоморфологические объекты и раскрасить геоморфологическую карту. Все контуры раскрашивают цветными карандашами в соответствии с легендой, составленной каждым студентом индивидуально. С

помощью внemasштабных знаков отображают местоположение мелких форм и элементов рельефа, которые не могут быть показаны раскраской и при данном сечении горизонталей на топографической карте слабо выражены (западины, конусы выноса, овраги и т. п.). С помощью штриховых условных знаков показывают характер современных рельефообразующих процессов и другие параметры рельефообразования.

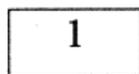
5. Оформить геоморфологическую карту. Все выделенные границы и внemasштабные знаки изображают черной или цветной тушью в соответствии с легендой. Карту помещают в рамку, которую вычерчивают черной тушью, за рамкой обозначают стороны света, сверху над ней подписывается заголовок, а внизу – масштаб. На карту наносят линию профиля. Карту помещают на одной странице тетради. Если ее размер больше площади тетрадного листа, карту следует аккуратно сложить. На следующей странице располагается легенда. Она должна включать только те условные знаки, которые были использованы при составлении данного участка геоморфологической карты. Карту можно оформить на отдельном чертежном листе, тогда легенда располагается под картой или справа от нее. В легенде карты все условные знаки обязательно группируются в зависимости от генезиса, возраста и других признаков выделяемых форм и элементов рельефа. Каждой генетически однородной группе форм присваивается общий заголовок. Для условных знаков важно правильно подобрать цвет. В картографии принято родственные по своему происхождению формы рельефа отображать оттенками одного и того же цвета.

Условные обозначения к геоморфологической карте:

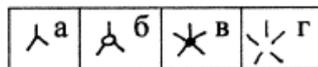
1. Структурный и структурно-денудационный рельеф дочетвертичных пород:



крутые прямолинейные склоны возвышенностей  
(тектонические уступы)



структурно-денудационные поверхности и склоны



большие вершины:

а – острые скалистые

б – конические

в – округлые

г – купола

2. Ледниковый и водно-ледниковый аккумулятивный рельеф позднеледникового (поздневалдайского) возраста:

2а - пологохолмистые и пологоволнистые поверхности ледниковой аккумуляции;

2б - плоские и полого-наклонные поверхности долинных зандров и днища ложбин стока талых ледниковых вод.

3. Ледниково-морской и морской аккумулятивный поздне- и послеледниковый рельеф:

3а - позднеледниковая полупогребенная морская терраса;

3б - послеледниковая вложенная морская терраса.

3. Флювиальный рельеф голоценового возраста:

	современная пойма
	I надпойменная терраса
	бровка речной террасы
	обрывистый берег реки
	русло реки
	старица
	прирусловая отмель
	бечевник
	проточные и сточные озера

5. Биогенные формы рельефа голоценового возраста  
 – поверхность бугристых торфяных болот

6. Прочие обозначения:

		геоморфологические границы:
		а - четкие
		б - нечеткие
	линия профиля со скважинами	

### Задания для самостоятельной работы студентов Геолого-геоморфологический профиль

#### Задание 1. Визуальный анализ геологической карты

Анализ геологической карты следует начинать с изучения ее содержания. На карте представлены выходы на поверхность горных пород разного возраста и генезиса с детальным расчленением четвертичных отложений, которые формируют все аккумулятивные формы современного рельефа в пределах изучаемой территории. Геологические границы, отображенные на карте, представляют собой выходящие на поверхность земли плоскости контактов различных по генезису и возрасту толщ.

Геологическая карта всегда сопровождается легендой, в которой все стратиграфические подразделения располагаются в

последовательности и обычно обозначаются соответствующим цветом и индексом. Индекс показывает генезис пород (левая часть) и их возраст (правая часть). Хронологическая последовательность формирования осадочных пород отображена в региональной стратиграфической схеме. Текст легенды содержит и литологическую характеристику пород (песок, супесь, глина, галечник и т. д.), которая также представлена специальными условными знаками.

### Порядок выполнения задания

1. Ознакомиться с масштабом карты, внимательно рассмотреть геологические границы, легенду карты. Следует определить, какие четвертичные и коренные горные породы представлены на геологической карте, для чего необходимо расшифровать индексы, которыми эти породы подписаны.

2. Установить основные типы континентальных и морских осадков, наиболее общие закономерности их распространения (приуроченность к положительным или отрицательным формам рельефа, площадное распределение, сопряженность друг с другом на геологической карте).

### *Задание 2. Построение гипсометрического профиля*

#### Порядок выполнения задания:

Гипсометрический профиль строится по одной из линий, нанесенных на топографическую и геологическую карты. Линия профиля для каждого студента указывается преподавателем, после чего студент должен:

1. Выбрать горизонтальный и вертикальный масштабы.

2. Определить размер листа миллиметровой бумаги (длину и ширину), предварительно скомпоновав на ней название, профиль и легенду. Название на листе миллиметровки помещают вверху, в середине листа помещают сам профиль и внизу листа, под профилем, располагают легенду. Размер листа бумаги следует подобрать в соответствии с предполагаемой высотой и длиной профиля в принятых для его составления масштабах и с объемом легенды, помещаемой под профилем. Ширина листа миллиметровки должна быть несколько больше, чем длина линии профиля в принятом горизонтальном масштабе. Чтобы определить длину листа миллиметровой бумаги, необходимо оценить пространство, которое займут на нем профиль и объем легенды. Для этого учитывается амплитуда колебаний относительных высот рельефа, пересекаемого линией профиля (разница между наибольшей и наименьшей абсолютной высотой), по которым на профиль будет наноситься геологическое содержание. Объем легенды зависит от разнообразия пластов, вскрытых на поверхности и в скважинах. Легенда должна содержать все условные знаки, которые имеются на профиле.

3. Подготовить данные, необходимые для построения гипсометрического профиля. В месте, отведенном для профиля, проводят две перпендикулярных друг другу линии – ось ординат (шкалу высот) и ось абсцисс (основание профиля). На оси ординат делают сантиметровые отметки, слева от которых подписывают абсолютные высоты в принятом вертикальном масштабе начиная с отметки, лежащей несколько самой глубокой точки рельефа, и заканчивая отметкой, лежащей несколько выше самой высокой точки рельефа на линии профиля. Над осью ординат делается надпись в сокращенном виде, указывающая, какая здесь отложена величина и в каких единицах. Например,  $h$  абс.м, что означает: высота абсолютная, в метрах. На оси абсцисс откладывают расстояния между горизонталями, именуемые заложениями. Заложения горизонталей на линии профиля измеряются на карте циркулем-измерителем или линейкой и затем откладываются на основании профиля в принятом горизонтальном масштабе. Местоположение каждой горизонтали отмечается черточкой, около которой проставляется соответствующая ей абсолютная отметка. На основании профиля обязательно отмечаются повторяющиеся горизонтали, так как они показывают смену повышений понижениями или наоборот. Следует наносить и дополнительные горизонтали, которые отображают незначительные, но весьма характерные неровности земной поверхности.

Кроме горизонталей на основании профиля переносят местоположения обрывов с указанием абсолютной отметки их бровки и подошвы, а также береговых линий озер, рек, морей с указанием абсолютной отметки уреза воды и глубины этих

водоемов, если эти сведения имеются на карте. При этом делают пояснительные надписи: обрыв, река и т. д.

Все эти данные наносят на основание профиля простым карандашом. Они имеют вспомогательный характер, поэтому в дальнейшем их следует стереть.

4. Построить гипсометрический профиль, используя предварительно подготовленные данные. Выполняя эту работу, необходимо четко представлять местоположение отрицательных и положительных форм рельефа, пересекаемых линией профиля. Если две горизонтали и соответствующие им точки профиля находятся на одном уровне, а в обе стороны от них идет понижение, то эти точки следует соединять выпуклой линией, поскольку между ними лежит положительная форма. Наоборот, если две одноименные горизонтали находятся в понижении, т. е. в обе стороны от них идет повышение, то линия, соединяющая их, должна быть вогнутой. Если количество точек, лежащих на одном уровне, больше двух, то в этом случае проводится кривая линия, попеременно изгибающаяся то вверх, то вниз. При этом между первыми одинаковыми по высоте точками изображается понижение, если они расположены у подошвы склона. Если они лежат на его бровке, то эти две точки соединяют выпуклой линией, т. е. здесь рисуют повышение. Эти повышения и понижения между одновысотными точками по своим размерам не должны быть больше половины сечения горизонталей.

В местах пересечения профилем рек, озер следует показать уровень воды в этих водоемах прямой горизонтальной линией, лежащей на отметке уреза водоемов и соединяющей их берега. Схематично изображается и профиль дна водоемов с учетом данных об их глубине, если таковые имеются.

Обрывы на профиле рисуют с помощью субвертикальных линий, соединяющих бровку с подошвой. Высота бровки обрыва должна соответствовать значению той горизонтали, которая «уходит в обрыв» в месте пересечения его линией профиля. Если профиль пересекает обрыв между горизонталями, то высота бровки вычисляется путем интерполяции. Для того, чтобы определить абсолютную высоту подошвы обрыва, необходимо найти самую нижнюю горизонталь из числа горизонталей, выходящих из обрыва. Ее отметка и будет соответствовать высоте подошвы обрыва.

### *Задание 3. Построение геологического профиля*

Построив гипсометрический профиль, каждый студент наносит на него сведения о геологическом строении. Перед тем, как приступить к этому заданию, необходимо вспомнить основные теоретические положения учебных курсов геоморфологии: понятия возраста слоев, генезиса горных пород, историю осадконакопления, закономерности, отражающие связь рельефа земной поверхности с коренными породами и особенностями залегания рыхлых четвертичных отложений. Следует знать причины наклонного положения границ слоев, причины их выклинивания. Это необходимо для того, чтобы в зависимости от ситуации принимать тот или иной вариант проведения геологических границ на профиле.

Морские отложения залегают на равнинах, как правило, горизонтально или почти горизонтально, но кровли и подошвы пластов таких пород могут быть неровными и иметь существенный наклон, если об этом свидетельствуют данные бурения. Неровности кровли чаще всего бывают связаны с размывом, последовавшим за отложением осадков. Неровности подошвы обычно легко объясняются особенностями того рельефа, который существовал в континентальный период, предшествовавший накоплению слоя морских отложений. Континентальные осадки водного генезиса (болотные, озерные, речные, водноледниковые) залегают в виде линз, обращенных выпуклостью вниз. Это объясняется тем, что водоемы, в которых они накапливались, располагались в

отрицательных формах рельефа (долинах, котловинах). Водноледниковые осадки, которые часто откладывались в толще льда, не согласуясь с рельефом подстилавших лед коренных пород, в процессе деградации льда "проектируются" (оседают) на земную поверхность и могут образовывать на ней положительные формы рельефа. Поэтому такие отложения могут залегать в виде линз, обращенных выпуклой стороной не только вниз, но и вверх. Речные (аллювиальные) отложения приурочены к пойменным и надпойменным террасам речных долин. На более высоких террасовых ступенях залегают более древние речные осадки, которые не должны смыкаться с аллювием низких уровней. Иначе говоря, каждой террасе должен соответствовать свой комплекс аллювиальных отложений, аналогичный по генезису и строению осадкам других террас, но отличный от них по времени образования. Приуроченный к террасе и поймам аллювий залегает слоем с горизонтальной подошвой и одинаковой мощностью на всем протяжении террасы или поймы. Это связано с механизмом накопления аллювия в ходе блуждания русла реки в плоскости дна долины. У тылового шва террасы или поймы, дальше которого перемещение русла при ее формировании на соответствующей стадии развития долины не распространялось, речные отложения прислоняются к породам коренных склонов долины или к более древнему аллювию вышележащей террасы. Разрез аллювия террас или пойм, как правило, имеет двучленное строение. Внизу обычно залегают пески, гравийники и галечники, отложенные в русле реки (русовая фация аллювия). Выше по разрезу они перекрываются более тонкими осадками (мелкозернистыми песками, супесями или суглинками), отложенными на поверхности террасы в то время, когда она была поймой и заливалась во время паводков (пойменная фация аллювия). Местами среди руслового и пойменного аллювия встречаются линзы глин, суглинков, супесей, богатых органическими остатками. Они образовывались в замкнутых водоемах (старицах), представляющих собой отчлененные от реки участки русла. Это старичные фации аллювия. Ширина линз старичного аллювия находится в соответствии с шириной стариц, в которых отлагались эти осадки. Обычно она соизмерима с шириной современного русла. На поймах и молодых надпойменных террасах старицы могут быть выражены в рельефе в виде четкого продолговатого заболоченного понижения. На поймах они обычно представлены как старичные озера или болота, в которых продолжается отложение старичного аллювия в настоящее время.

Ледниковые отложения, связанные с материковыми оледенениями, обычно залегают плащеобразно на разновозрастных горизонтах доледниковых пород, смягчая неровности доледникового рельефа. При этом морены разновозрастных ледниковых покровов (ранневалдайского и поздневалдайского) чередуются с межледниковыми осадками флювиогляциального и лимногляциального генезиса, но могут и непосредственно налегать друг на друга. Число морен не всегда соответствует количеству ледниковых покровов, сформировавших рельеф и отложения какой-либо территории. Обычно в разрезах представлено меньшее количество слоев морены, чем число ледников, так как морены самых древних ледниковых покровов, как правило, нарушаются деятельностью водных потоков и последующих ледников. Наибольшее распространение и максимальную мощность в связи с этим обычно имеет морена самого последнего ледника, покрывавшего ту или иную территорию. Элювиальные породы залегают плащеобразно на пологих склонах, сформированных, как правило, выходами коренных кристаллических образований. Часто их мощность увеличивается у подошвы склонов и сокращается на бровках и сравнительно крутых участках склонов из-за проявления склоновых процессов.

### *Порядок выполнения задания*

1. Показать на гипсометрическом профиле геологическое строение земной поверхности. Для этого на профиль нужно нанести границы разновозрастных пластов горных пород, выходящих на дневную поверхность по линии профиля. Положение геологических границ на профиле нужно отметить черточками, между которыми подписывают геологические индексы, соответствующие тем породам, которые указаны на геологической карте. Геологические границы могут совпадать с горизонталями или проходить между ними. Если профиль строится в том же горизонтальном масштабе, в котором составлена карта, то вся эта работа выполняется путем прикладывания листа миллиметровки к линии профиля на геологической карте, что следует делать как можно точнее.

#### *Задание 4. Составление легенды геологического профиля*

После построения геологического профиля, когда уже известно, сколько слоев и какие породы вскрыты, каждый студент для своего профиля составляет легенду. В ней должны подробно раскрываться значения всех условных обозначений, использованных при построении геологического профиля, включая содержание надписей, раскрывающих возраст и генезис пород. Легенда состоит из трех основных частей: стратиграфической, литологической и части, содержащей прочие условные обозначения (места поворота профиля, выходы грунтовых вод и т. п.).

### *Порядок выполнения задания*

1. Составить стратиграфическую часть легенды. Для этого в месте, отведенном для нее на листе миллиметровой бумаги, поместить в стратиграфической последовательности условные знаки в виде прямоугольников. При этом возраст и генезис пород обозначаются специальным индексом и изображаются цветовым фоном. Для раскраски пластов, занимающих на профиле значительную площадь, рекомендуется использовать светлые оттенки принятого цвета. При наличии тонких слоев лучше применять яркие оттенки установленного легендой цвета, так как только в этом случае они будут хорошо заметны на профиле.

Все стратиграфические условные знаки в легенде располагаются в хронологической последовательности: от молодых к древним. Слева от условного знака проставляется индекс, а справа раскрывается его содержание.

Легенда профиля соответствует легенде геологической карты. В некоторых случаях она может быть несколько сокращена или, наоборот, дополнена по сравнению с легендой геологической карты.

2. Составить литологическую часть легенды профиля. Эта часть легенды состоит из штриховых условных обозначений и пояснений к ним.

3. Выбрать и внести в легенду прочие условные знаки.

4. Оформить легенду геологического профиля. После того, как все условные обозначения будут размещены в определенном порядке на листе миллиметровой бумаги, их раскрашивают соответствующим цветом и оформляют тушью. Важно проследить, чтобы все необходимые надписи также были выполнены тушью. Над стратиграфической частью легенды должно быть название «Возраст и генезис пород», над литологической – «Литологический состав пород», над остальными условными знаками – «Прочие обозначения».

Рассматриваемая территория восточной части Саяно-Алтайской горной области ограничена координатами 52°30' - 56° с. ш. и 88°- 92°30' в. д. Она располагается в пределах южной части Красноярского края и Хакасской автономной области. Сюда входит система межгорных котловин, известных в литературе под сборным названием «Минусинская котловина». С юга на север выделяются Южно-Минусинская, Сыдо-Ербинская, Средне-Минусинская (Чебаковско-Балахтинская, или Чулымо-Енисейская) и Северо-Минусинская (Назаровская) котловины,

расположенные между хребтами Кузнецким Алатау и Восточным Саяном. Котловины разделены широтными отрогами этих хребтов: Батеневским, Солгонским и Аргинским кряжами. С юга эти котловины ограничены склонами Западного Саяна.

Описываемый район орошается реками Енисеем, Абаканом, Чулымом, Кией и их многочисленными притоками.

Поверхность межгорных котловин представляет собой обширные значительно расчлененные лесостепные и степные равнины. Их обрамляют залесенные горные хребты.

Кузнецкий Алатау в виде системы низкогорных и среднегорных массивов вытянулся в меридиональном направлении на западе района, подчеркивая господствующие простирания слагающих его пород. Абсолютные высоты его уплощенных водоразделов достигают 900-1800 м. Отмечается постепенное нарастание высот по направлению к осевой части хребта, со смещением к югу. Таким образом, поверхность водоразделов Кузнецкого Алатау как бы наклонена в сторону котловин и к северу и обрывается к ним резким уступом, высота которого местами (район рудника Коммунар) достигает 400 м. Радиальной системой рек хребет расчленен на глубину от 300 до 500-800 м. Всеми исследователями отмечается характерный резкий контраст плоских водоразделов с глубокими долинами рек. Верховья же речных долин становятся широкими и несут черты дряхлости.

К юго-западной части описываемой территории приурочены максимальные высоты хребта; так, на высоте 1400 м появляются гольцы с редкими карами, мелкими каровыми озерами и многочисленными нишами нивации. Каровые цирки заканчиваются небольшими ригелями, высота которых не превышает 3-5 м. Склоны у подножия цирков осложнены солифлюкционными террасами. Иногда ниже каров по долинам прослеживаются плохо сохранившиеся трогги глубиной не более 300 м.

Западный Саян (точнее, его северный склон, находящийся в пределах Красноярского края) (представлен рядом широтно вытянутых средне- и низкогорных хребтов. Абсолютные высоты их увеличиваются с севера на юг от 1000 до 1800 м. Как и в Кузнецком Алатау, наблюдается выположенность водоразделов и резкий контраст их с глубокими скалистыми долинами рек. Водораздельные части таких хребтов, как Джойский, Борус, Джебашский, по формам рельефа приближаются к «альпийским». Они сохранились в виде останцов на общей выположенной поверхности северного склона Западного Саяна.

Необходимо особо отметить антецедентный характер долины р. Енисея, так называемой «Енисейской трубы», прорезающей хребты Западного Саяна. Боковые притоки и глубокие лога, открывающиеся к теснине Енисея, висячие. Реки срываются водопадами. Высота устьевых уступов увеличивается по направлению к осевой части хребта. Осевая часть хребта с преобладанием высокогорных «альпийских» и гольцовых форм рельефа и со следами двукратного оледенения в описываемый район не входит.

В долине р. Енисея, в приустьевых частях его притоков, сохранились обрывки V надпойменной 100-метровой террасы. В основании аллювия отмечается толща валунника, которая некоторыми исследователями рассматривается как перемытая морена.

Западный Саян крутым уступом высотой до 500 м обрывается в сторону Южно-Минусинской котловины.

Восточный Саян в Красноярский край заходит лишь своими западными отрогами. Это среднегорные и низкогорные резко расчлененные массивы. Выположенные водоразделы плавно поднимаются к востоку от 600 - 800 до 1500 м. Узкие долины рек врезаются в них на глубину от 300 до 500 - 700 м.

Долины наиболее крупных рек - Кизира, Казыра, Сисима и др. - состоят как бы из отдельных разнородных участков. Одни участки хорошо разработаны, и здесь присутствует комплекс аккумулятивных (I, II, III и IV надпойменных) террас. Такие участки долины резко, как правило, после крутого поворота могут смениться узкой тесниной, где река прокладывает русло в коренных породах, изобилуя порогами и перекатами. На продолжении участка долины с комплексом террас нередко прослеживается широкая, в настоящее время сухая ложбина. Днище последней выполнено аллювиальным материалом. В основании аллювия высоких террас отмечается присутствие валунного материала. Некоторые долины имеют троговую форму.

Горные массивы Восточного Саяна не обрываются круто в сторону межгорных котловин, за исключением отдельных участков (уступ вдоль южного склона Беллыкского Белогорья в сторону Сыдо-Ербинской котловины). Они заходят в котловины отдельными массивами. На востоке на абс. высоте 1400 - 1500 м появляются гольцы с характерными формами, описанными для гольцов Кузнецкого Алатау.

Батеневский кряж представляет собой широтный отрог Беллыкского Белогорья Восточных Саян, отделяющий Южно-Минусинскую котловину от Средне-Минусинской. Внутри восточной, более погруженной части кряжа располагается небольшая Сыдо-Ербинская котловина.

Батеневский кряж образован системой островерхих, часто скалистых гряд и холмов, подчеркивающих простирающиеся слагающих пород. Абсолютные высоты водоразделов значительно уступают высотам Кузнецкого Алатау и Саян, достигая в редких случаях 1100 м при относительных превышениях от 150 до 400 м. Батеневский кряж пересекается узким антецедентным участком долины р. Енисея.

С севера и юга кряж ограничен четкими уступами. Высота уступа на севере достигает 300 м. Вдоль северного подножия Батеневского-кряжа вытянулась система прямолинейных древних ложбин стока: Бей-Булукская и Тарчинская.

Солгонский и Аргинский кряжи по формам рельефа очень сходны между собой. Это низкогорные хребты, вытянутые в широтном направлении. Осевая часть их занята цепью холмов, обрамленных с юга и севера рядом асимметричных глив, совпадающих с простирающимися слагающих пород. Высоты водоразделов постепенно снижаются с востока на запад, у Солгонского кряжа от 850 до 400-450 м, у Аргинского кряжа от 600 - 700 до 400 м. Оба кряжа расчленены многочисленными речками и ручьями, образующими радиальную сеть со смещенной к югу водораздельной линией. Солгон и Арга пересекаются р. Чулымом, образующей в их пределах антецедентные участки долины.

Во всех торных районах покровные четвертичные отложения слабо развиты и представлены в основном элювиально-делювиальными образованиями.

Переход от горных обрамлений к расчлененным равнинам межгорных котловин выражается чрезвычайно резкой сменой характера рельефа. Кроме того, этот переход подчеркивается изменениями особенностей гидросети и присутствием значительного гипсометрического уступа. Рельеф межгорных котловин развивается на среднепалеозойских сильно уплотненных породах, смятых в пологие складки.

Северо-Минусинская (Назаровская) котловина по рельефу может быть разделена на две части: северную - равнинную и южную - холмисто-куэстовую.

Северная часть Северо-Минусинской котловины названа по орошающим ее рекам Кийско-Урюпско-Сережской предгорной равниной, слегка наклоненной в сторону Аргинского кряжа. Невысокие (280 - 320 м абс. высоты) плоские водоразделы, перекрытые сплошным чехлом четвертичных отложений, расчленены густой сетью балок и оврагов. Наиболее крупные реки врезались в Кийско-Урюпскую равнину на 40-60 м. Они создали обширные, нередко заболоченные долины с

комплексом аккумулятивных террас. Черты дряхлости долин рек Чулыма, Сережа, Березовки и Урюпа обусловлены молодыми поднятиями Аргинского кряжа, создающими как бы подпруды для них. В пределах предгорной равнины сохранились остатки древней гидрографической сети, местами выраженной в рельефе долинообразными понижениями (районы с. Сокса, лога Лиственничного, сел Малиновки и Скоробогатого).

Южная половина Северо-Минусинской котловины отличается мозаичным рельефом, состоящим из чередования котловин и холмистых массивов. Последние разделены цепями куэст и гряд, тянущихся на десятки километров в северо-западном и северо-восточном направлениях. Куэсты и гряды **высотой** до 550 - 600 м совпадают с выходами моноклинально залегающих плотных пород, почти лишены четвертичных образований и расчленены до глубины 160 - 180 м.

У подножия куэст и гряд, повторяя их контуры, располагаются обширные межкуэстовые понижения. Между котловинами и холмистыми массивами местами сохранились участки предгорной аллювиально-про-лювиальной равнины в виде плоских увалов абс. высотой до 400 - 450 м. Вершины увалов увенчаны нашлапками рыхлых древнечетвертичных отложений.

Крупные озера Кедровое и Белое связаны с системой сухих меж-куэстовых ложбин, в значительной степени использующихся современными реками.

Средне-Минусинская котловина по рельефу весьма сходна с Северо-Минусинской. Она также подразделяется на северную, точнее северо-восточную, лесостепную равнину и южную холмисто-куэстовую степную часть.

На севере между Солгонским кряжем и широтным отрезком р. Чулыма (от с. Сютик до с. Балахта) расстилается волнистая лесостепная равнина, наклоненная к юго-востоку. Абсолютные высоты ее водоразделов снижаются с запада на восток от 600 до 300 - 280 м. Одновременно уменьшается глубина вреза широких болотистых долин рек и плоских балок. В этом же направлении увеличивается мощность чехла рыхлых четвертичных отложений и общая заболоченность водоразделов.

Для южной и западной частей Средне-Минусинской котловины, как и Северо-Минусинской, характерен мозаичный рельеф с цепями куэст и гряд северо-восточного и северо-западного направлений, разделяющими чередующиеся холмистые массивы и озерные котловины. Южная часть Средне-Минусинской котловины наклонена с юго-запада на северо-восток.

Абсолютные высоты водоразделов изменяются от 850 - 750 до 450 м. Глубина вреза долин и логов достигает 180 - 200 м. Небольшие реки отсутствуют почти совершенно. Лишь кое-где видны долинки пересыхающих водотоков. Зато широко распространены крупные межкуэстовые ложбины, местами выполненные древними аллювиальными отложениями; и только такие крупные реки, как Черный и Белый Июс, Чулым и Енисей, пересекают южную часть Средне-Минусинской котловины, не считаясь с простирающимися цепями куэст и гряд. В холмистых массивах эти реки выработали узкие прямолинейные долины антецедентного характера. На остальной территории они разработали широкие (до 10 км) долины с комплексом аккумулятивных террас. Там, где долины рек приближаются к горным обрамлениям, террасы становятся цокольными. Многочисленные соленые и пресные озера располагаются либо в широких межкуэстовых ложбинах, либо в центре мелких котловин. Необходимо отметить отсутствие сплошного чехла рыхлых четвертичных отложений и ввиду этого прекрасную обнаженность осадочных пород девонского и каменноугольного возраста.

Сыдо-Ербинская и Южно-Минусинская котловины по формам рельефа чрезвычайно сходны между собой. Они отличаются мозаичным характером рельефа, состоящим из чередования котловин и холмистых массивов, окруженных

куэстами и грядами. Направление последних весьма не выдержано и соответствует крыльям антиклинальных и синклиналиных складок

Поверхность водоразделов котловин наклонена на восток. Абсолютные высоты их изменяются от 850 - 900 до 400 - 450 м в Южно-Минусинской и от 600 - 650 до 450 - 500 м в Сыдо-Ербинской котловинах. Глубина вреза долин достигает 180 - 200 м.

Крупные реки - Енисей, Абакан, Туба, Сыда и др. - разработали широкие долины с комплексом эрозионно-аккумулятивных и аккумулятивных террас. В массивах коренных пород эти реки выработали узкие антецедентные долины, нередко с висячими уступами притоков и оврагов.

В Сыдо-Ербинской и Южно-Минусинской котловинах наряду с вышеотмеченными типами рельефа широко распространены обширные-выровненные водораздельные пространства, развивающиеся на мощных озерно-аллювиальных древнечетвертичных отложениях. Абсолютные высоты их колеблются от 360 до 450 м. Нередко они заняты бугристо-дюнными песками, заросшими в большинстве случаев сосновыми борами.

В предгорьях Западного Саяна появляется сравнительно узкая (до 10 км) полоса предгорной равнины с распространенными на ней аллювиально-пролювиальными грубообломочными породами. Абсолютные высоты не превышают 500 - 600 м.

В Южно-Минусинской и Сыдо-Ербинской котловинах сохранились следы не только древних озеровидных расширений, но и древней гидросети. Так, в районе Койбальской степи прослеживается древнее русло Енисея, выполненное галечниками. Поверхность этого русла сливается со II террасой рек Енисея и Абакана.

Анализ рельефа рассматриваемого района позволяет сделать ряд выводов о тесной связи его с геологическим строением и тектоникой. Обращает на себя внимание различие ландшафтов межгорных котловин и их горных обрамлений. Это различие обуславливается характером складчатости и литологии пород, на которых развивается тот или иной рельеф, гипсометрическими уровнями водоразделов, энергией вреза гидросети, формами рельефа и мощностью четвертичных отложений.

Геологическое строение юга Красноярского края позволяет сделать вывод о том, что равнинные пространства межгорных котловин в общих чертах совпадают с их тектоническими контурами. Горные ландшафты складчатых обрамлений: Кузнецкого Алатау, Западного и Восточного Саянов, Батеневского, Солгонекского и Аргинского кражей - соответствуют одноименным антиклинориям или крупным антиклинальным поднятиям. Границы между поднятиями и котловинами проходят по региональным разрывам. Они отражаются в рельефе в виде денудационно-тектонических уступов, цепи прямолинейных или современных долин и коленообразных поворотов рек, стекающих с гор. Лишь на востоке межгорных котловин эти признаки отсутствуют, хотя резкая разница в формах рельефа сохраняется. Это, видимо, объясняется существованием надвига на границе Восточного Саяна и Минусинских межгорных впадин. Таким образом, крупнейшие орографические поднятия и понижения, рассматриваемого района совпадают с тектоническими

Рельеф горных сооружений не отражает их внутреннего строения. Лишь в общих чертах направления хребтов совпадают с господствующими простираниями слагающих пород. Что касается рельефа равнинных пространств межгорных котловин, то здесь картина совершенно иная. Куэстово-грядовой рельеф создает как бы «рельефный каркас», отражающий сложную тектонику палеозойского фундамента. Так как куэсты и гряды развиваются на моноклинально падающих

пластах при вполне определенных условиях, то можно говорить о том, что куэсты подчеркивают линии структурных перегибов на крыльях синклинальных и антиклинальных складок, а гряды отражают осложняющие их флексуобразные изгибы. Нередко наблюдается переход гряд по простиранию в резкий денудационно-тектонический уступ (в районе с. Костино, по восточному берегу оз. Итколь и т. д.) или прямолинейный участок речной долины, т. е. переход флексуры в разлом.

Куэсты и гряды оконтуривают либо котловины, выполненные нижнекаменноугольными или пермскими отложениями, либо холмисто-увалистые и даже низкогорные массивы, сложенные девонскими породами.

Тем самым «рельефный каркас» куэстово-рядового рельефа отражает мелкоблоковую структуру палеозойского фундамента межгорных котловин. Эти блоки испытывают, видимо, неравномерные движения относительно друг друга, о чем свидетельствуют разные уровни среза коренных пород, участвующих в их строении. Иногда это также подчеркивается разными гипсометрическими уровнями озер, расположенных в одновозрастных толщах (уровень оз. Итколь на 100 м. выше уровня оз. Шира).

В Северо-Минусинских котловинах равнинные пространства лесостепей соответствуют полям распространения рыхлых мезозойских пород, перекрытых чехлом четвертичных отложений, тем самым они как бы указывают на наиболее погруженные части фундамента названных котловин. В Южно-Минусинской и Сыдо-Ербинской котловинах выровненные участки рельефа развиваются на мощных толщах рыхлых четвертичных отложений, причем весьма часты (особенно на правобережье Енисея) случаи обращенного рельефа.

О характере отражения в рельефе тектонических особенностей юга Красноярского края можно сделать следующие выводы.

Неравномерные поднятия, выражающиеся в рельефе, обусловлены дифференцированными движениями разбитого на блоки фундамента. В большей части котловин эрозией отпрепарированы все виды геологических структур палеозойского комплекса пород. Таким образом, рельеф рассматриваемого района для большей его части является прямым для макро-, мезо- и микроформ, и поэтому геоморфологический анализ рельефа может служить одним изопорных методов при геологическом картировании.

#### Список литературы

1. Безруких, В.А. Физическая география Красноярского края и республики Хакасии: учеб. пособие/ В.А. Безруких, М.В. Кириллов. – Красноярск: Красноярское книжное изд-во, 2012. -288 с.
2. Геологическая карта Красноярского края [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.vsegei.ru/ru/info/gisatlas/sfo/krasnoyarsky\\_kray/index.php](http://www.vsegei.ru/ru/info/gisatlas/sfo/krasnoyarsky_kray/index.php). - (Дата обращения 07.07.2014).
3. Корсакова, О.П. Практикум по геоморфологии: учеб. пособие / О.П. Корсакова, В.В Колька. - Мурманск: Изд-во МГТУ, 2010. -73 с.
4. Статейнов, А.П. География Красноярского края: учеб. пособие / А.П. Статейнов. – Красноярск: Буква С, 2008. -192 с.
5. Топографические карты южной части Красноярского края М 1:200000 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aero.krsn.ru/maps.htm>. -Заглавие с экрана. - (Дата обращения 07.07.2014).

## Глава 2. Водные ресурсы Красноярского края

### Лекция №1. Реки Красноярского края

1. Общая характеристика водных объектов и их ресурсов
2. Общая географическая характеристика рек Красноярского края.
3. Особенности водности рек в Красноярском крае

К поверхностным водным объектам относятся моря, реки, водоемы, болота, ледники. Ресурсы поверхностных вод в Красноярском крае составляет около 750 км<sup>3</sup> в год.

В гидрографическом отношении территория края представляет собой части водосборных площадей таких крупных рек, как Енисей, Обь, Пясина, впадающих в Карское море, и реки Хатанга с притоками, впадающей в Хатангский залив моря Лаптевых. Бассейн Оби представлен верхней частью бассейнов рек Чулым и Кеть.

Большая часть годового стока воды формируется непосредственно на территории Красноярского края; с территории Республики Хакасия поступает 2,5%, Республики Тыва – 5,4%, Иркутской области – 16%. Транзитные реки, в том числе Чулым и Кеть, уносят воды из региона в Томскую область.

Енисей часто называют «братом океана». Это название характеризует многие особенности замечательной реки. По площади бассейна он занимает первое место в Советском Союзе (2605.000 кв. км). По длине Енисей (3354 км) уступает Оби и Лене, но превосходит их по годовому стоку (548 куб. км). Основным источником питания Енисея являются снеговые воды равнин и горных областей. Половодье в северных районах приходится на июнь-июль, в Саянах - на март-июнь, а на Средне - Сибирском плоскогорье – на май-июнь. Наибольшее количество воды стекает в Енисее летом (более 50 процентов) и наименьшее зимой (около 5 процентов). По сравнению с другими реками, воды Енисея имеют небольшую мутность. Объясняется это тем, что течет он и его притоки по территории, сложенной преимущественно плотными породами, скованной мерзлотой и покрытой лесом.

Истоками Енисей являются реки Бий-Хем (Большой Енисей) и Каа-Хем (Малый Енисей).

*Река Бий-Хем* вытекает из озера Кара-Балык, расположенном в Восточном Саяне, на высоте 1580 м.

Ниже озера река много раз меняет скорость течения: то бешено мчится по узкому порожиному руслу, срываясь водопадами, то спокойно, точно отдыхая, разливается по равнинам.

Необычайно живописна природа в Тоджинской котловине, окаймленной горами. Сюда стремительными потоками с хребтов Восточного Саяна и Академика Обручева несут свои воды притоки Бий-Хема.

Прорвавшись через хребет Бура, Бий-Хем выходит в Улуг-Хемскую котловину. Около города Кызыла он сливается с Каа-Хемом.

*Река Каа-Хем*, второй исток Енисея, - типичная горная река. Она образуется от слияния р. Балактыг-Хема, стекающей с хребта Стангилен, и р. Шишхид-Гол, берущей начало на территории Монгольской Народной Республики.

Природа в верхнем течении Каа-Хема чрезвычайно разнообразна. Здесь высокогорные пастбища, живописные горные лиственничные леса и луга, глубоко врезанные долины, пороги и многочисленные водопады. Только вырвавшись в Улуг-Хемскую котловину, река спокойно течет по долине вдоль южных склонов хребта Академика Обручева и холмисто-увалистых степей левобережья до слияния с Бий-Хемом. Отсюда начинается Енисей, который в Туве называют Улуг-Хем – Великая река.

От Кызыла до Саянского хребта течению Енисея сопутствуют по правобережью отроги Куртушибинского хребта, а по левобережью – сухие холмисто-

увалистые степи и низкогорья. В широкой долине река во многих местах разбивается на многочисленные протоки, разделенные зелеными островами, резко выделяющимися на общем серовато-буром фоне сухих и опустыненных степей.

Покидая солнечные степи Тувы, Енисей обрушивает всю мощь своего потока на многочисленные хребты Западного Саяна и бежит по так называемому «саянскому коридору».

На этом участке в течение миллионов лет происходила борьба между внутриземными силами, поднимавшими горы, и внешними, которые разрушали их. Теперь в силы стихий вмешался человек. И на огромном протяжении – от Нового Шагонара до Саяногорска – возник рукотворный Енисей.

Меняются не только русло и долина реки, но также ее гидрологический режим, гидрохимические и гидробиологические особенности. Можно сказать, что не стало известного ранее Верхнего Енисея, и ученые начинают изучать совершенно новую на этом месте реку, созданную человеком.

Там, где Енисей, прорываясь сквозь теснины Саян, выходит на просторы Минусинской впадины, построена гигантская арочная плотина Саяно-Шушенской ГЭС, высотой 245 м. Ее десять гидроагрегатов будут иметь мощность 6400000 кВт.

В двух десятках километров от этого гиганта построена Майнская ГЭС, мощностью 320 тыс. кВт. Она станет выполнять вспомогательную роль – выравнивать сток Енисея, уровень которого во время работы Саяно-Шушенской ГЭС будет сильно колебаться.

Саяно-Шушенская ГЭС – энергетическое сердце огромного Саянского территориально-производственного комплекса.

На пути к Красноярскому водохранилищу Енисей пересекает степи Южно-Минусинской (Минусинско - Хакасской) котловины, они слегка всхолмленные на междуречье Абакана и Енисея и очень живописные, с ленточными борами по правому берегу. Недалеко от впадения р. Абакан в Енисей находится г. Абакан – административный, экономический и культурный центр Хакасской автономной области.

От устья Абакана начинается водохранилище Красноярской ГЭС.

Раньше устье р. Тубы, правого притока Енисея, считалось границей Верхнего и Среднего Енисея. Теперь в связи с образовавшимся Красноярским водохранилищем совершенно изменился характер течения реки, ее гидрологические, гидрохимические и биологические особенности. Поэтому прежнее деление Енисея уже не может удовлетворять научным требованиям.

Ниже устья Тубы Енисей прорывается через Каксинский и Байтакский хребты в Сыдо-Ербинскую котловину, а из нее, через отроги Батеневского кряжа и Баллыкского белогорья, в обширную Чулымо-Енисейскую котловину. По правому берегу поднимаются лесные склоны отрогов Восточного Саяна, а по левобережью – широко раскинулись всхолмленные просторы плодородных степей Причудымья.

Протяженность водохранилища около 400 км. В нем более 70 млрд. куб. м воды. Глубина около плотины превышает 120 м.

Водоохранилище в летнее время собирает колоссальное количество солнечного тепла, а осенью и зимой медленно охлаждается. Поэтому оно оказывает влияние на климатические условия прилегающих к нему территорий. Вода прогревается примерно на глубину 10 м, затем температура ее понижается и уже на глубине 40 м в течение года остается постоянной.

Ниже плотины, на протяжении около 200 км, вода в Енисее не замерзает. В сильные морозы над руслом реки стоит туман из кристалликов льда. Около г. Красноярска вода в реке в июльские жаркие дни редко поднимается выше 12°. Водоохранилище преобразовало береговую линию Енисея, изменило уровень грунтовых вод, гидрохимический гидробиологический состав и режим реки.

Ниже плотины ГЭС, на террасах Енисея, расположен один из красивейших городов края Дивногорск, а в 40 км – г. Красноярск. По дороге на о. Сахалин побывавший на берегах Енисея А. П. Чехов писал, что Красноярск самый красивый город Сибири. Теперь Красноярск не только красивый, но и самый крупный город Восточной Сибири.

Своеобразна, неповторима красота природы его окрестностей. Она привлекала и привлекает геологов, ботаников, географов, зоологов – ученых разных областей науки.

*Река Ангара* – одна из трех крупных правых притоков Енисея. По ней шли на Восток землепроходцы и исследователи, в том числе С. И. Дежнев, экспедиция В. Беринга и многие другие, имена которых увековечены на географических картах страны.

От прежней стремительной и бурной Ангары почти ничего не осталось. Правда, она не потеряла своей прелести, но водохранилища «притормозили» ее быстрый бег и скрыли под толщами воды многочисленные пороги. Но в этом внешне спокойном течении не уменьшилась, а возросла в несколько раз энергия Ангары, вращающая гигантские агрегаты ГЭС – Иркутской, Братской, Усть-Илимской. Энергия Ангары помогла создать многоотраслевое хозяйство, основанное на использовании разнообразных природных ресурсов, в том числе Красноярского Приангарья, где формируется Ангаро-Енисейский территориально-производственный комплекс.

Приняв Ангару, Енисей становится почти в два раза мощнее. Его несколько мутноватые воды долго текут рядом, не перемешиваясь, с чистыми, темными ангарскими водами. От г. Енисейска до устья р. Сыма Енисей пересекает южную тайгу, от Сыма до р. Елагуя – среднюю и от Елагуя до лесотундры – северную тайгу.

Из левых притоков наиболее значительными являются Абакан, Кас, Сым, Дубчес, Елагуи и Турухан.

*Река Абакан* образуется от слияния Большого и Малого Абакана, берущих начало в горах Алтая и Западного Саяна. В верховьях река, бурная и порожистая, пересекает живописную горную тайгу, а в низовье спокойно течет в широкой долине, с островами и протоками, по степям Южно-Минусинской котловины. По Абакану сплавляют лес, ходят небольшие суда, а воды реки используются для орошения полей.

Левые притоки Енисея, стекающие с Западно-Сибирской равнины, начинаются на плоских заболоченных водоразделах и медленно текут по широким долинам, покрытым лесом, кустарником и болотами.

В истории судоходства края интерес представляет река Кас. Она впадает в Енисей в 330 км ниже г. Енисейска. Истоки Каса (Малый и Большой Кас) близко подходят к реке Кеть – крупному притоку реки Обь, берущему свое начало на территории Красноярского края.

Идея соединения могучих рек Сибири – Енисея и Оби – высказывалась давно. В 1747 году было предложено соединить каналом реку Сым – приток Енисея и реку Тым – приток Оби. Через 131 год, в связи с развитием судоходства, вновь был поставлен вопрос о строительстве канала, но уже в другом месте. В 1878 году на средства золотопромышленника А. М. Сибирякова, с именем которого связано немало выдающихся исследований на Севере, были проведены детальные изыскания и разработан проект Кеть-Касского канала.

В 1882 году канал начали строить и в 1891 году – закончили. По нему могли проходить суда в большую воду грузоподъемностью около 20 тонн, а в малую воду – только до 9. В течение первых 16 лет эксплуатации по нему прошло несколько десятков судов с грузом для строившейся Транссибирской железной дороги. Затем

он потерял значение, сильно обветшал и обмелел. О канале вспомнили вновь во время Великой Отечественной войны и временно использовали.

Между устьями рек Дубчес и Подкаменной Тунгуской Енисей второй раз пересекает Енисейский кряж. Здесь находится Осиновский порог. Невдалеке есть деревня Осиновая, в которой похоронен декабрист И. Б. Аврамов. Ниже порога Енисей течет в узкой долине с резко выделяющимися на нем двумя зелеными островами – Кораблик и Барочка. Здесь намечается строительство Осиновской ГЭС.

*Подкаменная Тунгуска* (Средняя Тунгуска) – крупнейший правый приток Нижнего Енисея. Она берет начало на территории Иркутской области и в верхнем течении называется Катанга. Общая протяженность реки – 1548 км, из них около 1000 км приходится на Красноярский край. Течение реки очень изменчиво. То она плавно несет свои воды по осадочным отложениям, то бешеным потоком мчится по узкой долине, среди магматических пород, образуя пороги и перекаты (Большой, Полигузский, Вельминский и др.). Судоходство по реке ограничено и осуществляется главным образом на расстоянии около 275 км от устья.

Между Подкаменной и Нижней Тунгусками в Енисей впадает много правых и левых притоков, в том числе и Елагуй, от которого начинается северная тайга. Нижняя Тунгуска берет начало в Верхне-Тунгусской возвышенности, в 15-20 км от Лены. Протяженность ее более 2690 км. Как и Подкаменная Тунгуска, эта река течет спокойно по осадочным породам, но там, где она пересекает плотные траппы (магматические породы), долина сужается, русло становится порожистым, течение бурным. При пересечении таких порогов, как Вивинский, Учамский и Большой, скорость течения достигает 3-5 метров в секунду.

От устья Нижней Тунгуски до Курейки, Енисей принимает много мелких притоков. Наиболее примечательна из них река Курейка. Эта относительно небольшая река вытекает из озера Дюпкун и течет то спокойно по осадочным породам, то бешено мчится по порожистому ложу среди траппов.

В двух километрах от устья Курейки находится с. Курейка. Отсюда Енисей отклоняется на северо-запад к с. Ермаково и, сделав большую петлю, снова устремляется на север, к Игарке.

В 60 км от устья Енисея на р. Хантайке построена самая северная в стране Хантайская ГЭС, мощностью 441 тысяч киловатт, и город с красивым названием Снежногорск. Отсюда энергия передается в города Норильск и Игарку. Река Хантайка вытекает из Хантайского озера, и поэтому сток в ней зарегулирован.

На 66°33' северной широты проходит незримый Полярный круг, севернее которого в зимнее время сутки без дня, а летом – без ночи.

Еще севернее, против с. Караул, находится внутренняя дельта Енисея. Русло реки здесь разбито на множество протоков с островами между ними, а на широте с. Гальчиха кончается нижнее течение Енисея и начинается Енисейский залив, в котором разбросаны большие и малые острова. Левые берега (западно-сибирские) – низкие, заболоченные, а правые (таймырские) – возвышенные и каменистые, покрытые типичной тундровой растительностью.

В Енисейском заливе наблюдаются приливные и отливные течения и связанное с этим повышение и понижение солености воды. Здесь обитают морские и речные рыбы – сельдь атлантическая, камбала полярная, мелкая треска, навага, а также осетр, нельма, ряпушка, омуль, муксун, корюшка.

Остров Диксон и бухта как бы замыкают Енисейский залив, к северу от них начинается студеное Карское море.

Порт Диксон называют воротами Енисейского Севера. Но о нем с полным правом можно говорить и как о воротах Севера всей Восточной Сибири и арктических островов. Все суда, идущие Северным морским путем, получают

«добро» на Диксоне. Диксон не только крупный порт Северной Арктики, но и база арктических исследований.

На Таймыре бесчисленное множество рек, которые образуют четыре бассейна, относящихся к морям Карскому и Лаптевых.

В западной части полуострова, кроме Енисея, находится бассейн реки Пясины.

*Река Пяси́на*, вытекающая из одноименного озера, пересекает лесотундру и тундру. В 800 км от истока река впадает в Пясинский залив. Тихое спокойное течение Пясины среди низких берегов Северо-Сибирской низменности изменяется только на участке пересечения древних гор Бырранга. В Пясину впадает много рек, в том числе такие крупные, как Дудыпта, Тарейя, Пура. Все они приносят в Пясину много воды во время таяния снега.

Восточнее Пясины, по северной части полуострова, протекает Таймыра, которая до озера Таймыр называется Верхней Таймырой, а ниже озера – Нижней Таймырой. Общая протяженность Верхней и Нижней Таймыры – 835 км.

Одной из крупных рек Таймырского полуострова является Хатанга. Она образуется от слияния Котуя, берущего начало на юго-восточных склонах гор Путорана, и Хеты, начинающейся на северных склонах тех же гор. При этом Котуй имеет длину 1416 км, а Хета 745, а длина Хатанги от места слияния истоков до Хатангского залива моря Лаптевых всего 227 км.

Большая часть бассейна Хатанги расположена на северной окраине Средне-Сибирского плоскогорья и южной окраине Северо-Сибирской низменности. Река Хатанга выносит в залив 2500 кубических метров воды в секунду.

Реки Севера Красноярского края, протекающие по малообжитым местам с нетронутыми ландшафтами, со своеобразным течением, с каждым годом привлекают все больше туристов, любителей природы.

По юго-западной части края протекает Чулым, один из крупнейших притоков р. Оби. Образуется он от слияния у деревни Сютик Белого и Черного Июсов, берущих начало в горах Кузнецкого Алатау. В верховьях Белый и Черный Июсы имеют глубоко врезанные долины и порожистые русла, а выйдя на Чулымо-Енисейскую котловину, разливаются и петляют. Здесь археологи обнаружили древнейшую в Сибири стоянку человека каменного века.

На территории Новоселовского района Чулым отделяет от Енисея водораздел шириной всего 12 км. Но затем Чулым, прорвавшись через Солгонский кряж, отклоняется на северо-запад и входит в пределы Назаровской котловины.

Около ста километров река течет с востока на запад вдоль южных склонов хребта Арга, а затем, приняв левый приток Урюп, покидает пределы Алтае-Саянской страны и входит в Западно-Сибирскую. Здесь Чулым вновь течет около подножия хребта Арга, но уже с запада на восток. Почти 240 километров от Назарово до Ачинска берега Чулыма окаймлены живописными горно-таежными и лесостепными ландшафтами.

От Ачинска река дважды меняет направление. До устья Кемчуга – правого притока – Чулым течет почти на север, пересекая лесостепные ландшафты, а затем постепенно отклоняется на запад, петляя по подтайге, уходит в пределы Томской области.

Чулым и его многочисленные притоки всегда имели большое хозяйственное значение для Причулымья. Но теперь в связи с формированием КАТЭКа, значение этой реки несравненно возрастает для хозяйства и отдыха людей.

Сток земледельческой зоны Средней Сибири представлен водными ресурсами более чем 54 тысяч малых рек и водотоков. Доля водотоков длиной менее 10 км составляет около 92 %. Степень их освещенности гидрологическими наблюдениями крайне низка (< 1 %). Водотоки с площадью водосборов до 20...50 км<sup>2</sup>

практически не изучены, а именно они являются начальными элементами естественных и преобразованных ландшафтов.

Натурные наблюдения за формированием стока на малых водотоках, проведенные в 1972-1997 гг. лабораторией водных ресурсов Сибирского НИИ гидротехники и мелиорации, в совокупности с материалами наблюдений на стационарной сети ГМС позволили дать всестороннюю характеристику местного стока, отвечающую многообразию природно-климатических факторов в южной части Средней Сибири.

*Таблица 17 Количество водотоков, формирующих местный сток в земледельческой зоне*

Бассейн реки	Водотоки длиной, км		Общее число	%
	менее 10	менее 100		
Енисей (до впадения Ангары в пределах Красноярского края, Хакасии, Тывы)	31854	2445	34299	63
Нижняя Ангара (в пределах Красноярского края)	14154	1357	15511	28
Верхний Чулым (в пределах Хакасии и Красноярского края)	4490	384	4874	9
Итого	50498	4186	54684	100

Полевые работы включали наблюдения в малых опорных бассейнах и массовые маршрутные обследования территории в пределах Верхнеенисейского, Нижнеангарского и Верхнечулымского бассейнов.

Весеннее половодье на водотоках с площадью водосбора до 20...50 км<sup>2</sup> (логах, ручьях) начинается, как правило, на неделю раньше, чем на реках и проходит быстрее. На открытых водотоках его продолжительность в два раза быстрее, чем на залесенных. Весенний сток малых водотоков формируется, главным образом, за счет таяния снегов запасов, накопленных в бассейне за зимний период. Дожди, выпадающие в период формирования половодья, увеличивают его величину на открытых водосборах не более чем на 5... 10 %.

Характер подстилающей поверхности открытых водосборов (пашня, стерня, луг, лесные колки) в значительной степени влияет на формирование влагозапасов и максимального расхода половодья, что подтверждается исследованиями, проведенными в 1995 и 1996 гг. на землях ОПХ «Минино» и АО «Солонцы» (Красноярский край).

При относительно равных площадях, наиболее высокие максимальные расходы зафиксированы на логах, подстилающая поверхность которых представлена лугом, стерней и березовыми колками. Максимальные расходы с распаханых логов оказались незначительными. Более чем в 2 раза меньшим сформировался здесь и слой весеннего стока. Соответственно, этим значениям определились и коэффициенты весеннего стока: в логах на пахотных землях - 0,13...0,22; в логах с залуженной поверхностью - 0,25...0,35; в логах, имеющих залесенность - 0,25...0,55. В 1996 г. при таких же, как в 1995 г., снегов запасах, максимальные расходы оказались в 3...10 раз ниже, что связано с малоинтенсивным, растянутым температурным режимом весны, определившим значительные потери талого стока. Коэффициенты весеннего стока не превысили с пахотных земель - 0,003...0,06, с луга - 0,012... 0,014, с залесенных земель - 0,004... 0,018.

Максимум половодья на малых водотоках проходит в среднем на 10...30 сутки от его начала. Среднегодовое значение модуля максимального расхода

изменяется в зависимости от природных условий в пределах 6... 180 л/с с км<sup>2</sup> на открытых водотоках, 15...220 л/с с км<sup>2</sup> на лесных и 23...500 л/с с км<sup>2</sup> на горно-таежных. Среднемноголетнее значение слоя весеннего стока колеблется, соответственно, в пределах 6...70, 40...240 и 50...500 мм.

Дождевые паводки формируются в основном в период с мая по октябрь. Время прохождения и мощность дождевого паводка определяются, прежде всего, интенсивностью, слоем дождя и предшествующей увлажненностью бассейна. Наиболее высокие дождевые паводки наблюдаются в июле-августе, когда выпадают наиболее интенсивные ливневые дожди. Дождевой сток в 3...10 раз уступает по своему объему стоку за весеннее половодье.

В условиях открытой местности, как правило, осваиваемой под сельхозугодия, только каждый четвертый-пятый дождь (со слоем более 10 мм за 12-часовой интервал) формирует сток на малых водотоках. При одинаковых стокообразующих дождях на открытых водосборах формируются более высокие, чем на лесных, дождевые паводки.

Летне-осенняя межень формируется в разных природных зонах в различное время с мая по октябрь. Водность летней межени изменяется от наиболее низких значений минимального стока (0,1...0,5 л/с с км<sup>2</sup>) в степных районах до 1...3 л/с с км<sup>2</sup> - в лесных и 10... 15 л/с с км<sup>2</sup> - в горно-таежных районах.

Характер распределения годового стока соответствует характеру изменения увлажненности территории. Среднемноголетний модуль годового стока в лесостепной зоне составляет 1...4 л/с с км<sup>2</sup>, в лесной (таежной) - 2... 12 и в горнотаежной зоне - 4...55 л/с с км<sup>2</sup>. Норма слоя годового стока составляет соответственно 30...100, 60...400 и 100...1200 мм. Статистический параметр изменчивости стока составляет в степной (лесостепной) зоне 0,26...0,81, в лесной (таежной) 25...0,30 и в горно-таежной 0,30...0,50. Годовой сток, как интегральная характеристика, синтезирует в себе все особенности сезонных составляющих. Установлены соотношения равнообеспеченных значений весеннего и годового стока для различных лет водности и природных зон. Они позволяют определить величину годового стока по известному значению слоя стока за половодье. Анализ обобщенной информации позволил провести районирование территории по преобладающим типам внутригодового распределения и определить типовые схемы помесячного распределения стока малых рек и водотоков по гидрографам реальных лет для условий различной водности (5, 25, 50, 75 и 95 %-й обеспеченности), которая оценивалась по вероятности превышения годового стока.

Группировка рек по типам внутригодового распределения осуществлена с учётом прохождения наибольшей доли годового стока в конкретный месяц (апрель-июль). Акцентировано внимание на распределении стока по месяцам для водотоков с площадями водосборов менее 50 км<sup>2</sup> для условий средних, многоводных и маловодных лет. Максимальная доля годового стока на малых водосборах степной, лесостепной зон проходит в апреле (50...100 %), лесной и горно-таежной зон в мае (30...60 %). Наиболее раннее (март) начало весеннего поступления стока характерно для открытых водотоков степной (лесостепной) зон, функционирующих только весной. На основе помесячного распределения стока установлено его сезонное распределение для лет различной водности ( $p = 5, 50, 95 \%$ ).

Водность рек Енисейского региона в 2007 г. отличалась нестабильностью. Весной в бассейне р. Енисей наблюдалось неравномерное распределение запасов воды в снежном покрове: 100-135% в северных районах и 100-150% в центральных и южных районах Красноярского края, в южной части региона - республиках Хакасия и Тыва запасы воды в снежном покрове составили 80-130% нормы. По Иркутской области максимальные запасы воды в снеге составляли: в восточной и северной части - 150-170%, в западной и южной 80-120% от нормы.

По южным районам Красноярского края количество осадков летом 2007 г. составляло от 43 до 165%, Республике Хакасия наблюдался дефицит осадков - в степной зоне от 30 до 85%, в прочих районах от 58 до 130% нормы. В Республике Тыва ситуация складывалась аналогично - в июле осадки выпали в диапазоне 28-78%, августе - 14-54%, в сентябре - от 24 до 142%. Осадки в Иркутской области в июне выпадали неравномерно - от 60 до 200%, в июле-августе - от 20% до 198% нормы.

## *Лекция №2. Озера, болота и моря Красноярского края*

### *1. Понятие «озеро» и происхождение озер Красноярского края*

### *2. Общая географическая характеристика озер Красноярского края*

### *3. Минеральные водоемы*

Озера - естественные (природные) водоемы в углублениях земной поверхности, аккумулирующие талые, дождевые и подземные воды, стекающие с водосборных бассейнов.

Озера делятся главным образом на проточные, т.е. имеющие поверхностный или подземный сток, и бессточные, в которых поступающая вода расходуется только на испарение.

Общая численность всех водоемов края составляет около 323 тысяч. Это более одиннадцати процентов от общего количества в стране.

В пределах Приенисейского края насчитывается более 185 тыс. озер, из которых 2,6 тыс. имеют площадь зеркала, равную 1 км<sup>2</sup> и более. На эту группу приходится 17 тыс. км<sup>2</sup> из общей площади водного зеркала, составляющей 32,5 тыс. км<sup>2</sup>. Наиболее крупные озера с площадью зеркала более 100 км<sup>2</sup> каждое имеют общую пл. 8,4 тыс. км<sup>2</sup>.

Распределены водоемы по площади региона очень неравномерно. Примерно 86 процентов из них сосредоточено за Полярным кругом. Там же находятся и все наиболее крупные озера края - Таймыр, имеющее площадь зеркала 4560 квадратных километров, Большое Хантайское, Пясино, Кета, Лама и ряд других. В центральной части края, от широты Восточного Саяна до Нижней Тунгуски, озер уже меньше - около шестнадцати тысяч. На просторах юга и его горного окружения, где сосредоточены все минеральные источники, всех озер насчитывается немногим более четырех тысяч. В степной части Хакасии находятся почти все искусственные водоемы.

Природные и географические условия Красноярского края очень разнообразны. Они, в сочетании с различными по характеру и времени воздействия геологическими и другими процессами, на протяжении многих миллионов лет формирования поверхности земли образовали многообразие естественных водоемов. Вследствие этого, а также различного высотного и широтного расположения, похожих друг на друга озер очень мало. Они, даже находясь близко друг от друга или рядом, отличаются размерами и глубиной, характером береговых линий, составом и соленостью воды, донных отложений, фауной и флорой, условиями питания и разгрузки, многими другими признаками. Да и сам их внешний вид, окружающая природа, обычно неповторимы.

Возникли озерные котловины в результате влияния различных рельефообразующих процессов и климатических факторов. Из-за этого по основному образуемому их признаку в настоящее время все озера края делятся на тектонические, ледниковые, провальные, речные, приморские, завально-запрудные. Очень часто тот или иной водоем или их группа образовались под влиянием нескольких процессов, из которых какому-либо отдать предпочтение трудно.

На севере края (полуостровов Таймыр) озера пресные имеют термокарстовое, ледниково-тектоническое и пойменное происхождение (Таймыр, Лабаз, Портнягино

и др.). Термокарстовые озера - это озера, образование котловин которых связано с вытаяванием ископаемого (погребенного) льда.

На территории Средне-Сибирского плоскогорья пресные озера образованы конечными моренами и горными обвалами (Пясино, Лама, Виви, Северное, Тембенчи и др.).

Озера Восточной периферии Западно-Сибирской низменности возникли среди моренных отложений, в поймах рек и в результате термокарстовых процессов (Маковское, Советское, Налимье и др.).

В Минусинской котловине, главным образом в Хакасии, распространены в основном бессточные соленые озера эрозионного (эрозионно-тектонического) происхождения: Шира, Учум, Бейское, Алтай и др., также озера и в Тувинской котловине (Чедер, Дус-Холь, Хадын и др.).

Для горных районов Саян характерны пресные озера моренно-подпрудного, карстового и тектонического происхождения (Агульское, Ойское, Тиберкуль, Азас, Сют-Холь и др.). Дно этих озер, как правило, каменистое, на некоторых скалистые острова, называемые "бараньими лбами".

В наиболее теплое время (июль, август) вода в озерах прогревается от 17 до 22 °С на севере края и от 21 до 29 °С на юге края. Замерзание северных озер наблюдается в середине октября, вскрытие - в середине июня-июле. Ледостав продолжается 210-270 суток. Наибольшая толщина льда - 110-160 см и более. Некоторые мелкие озера промерзают до дна. Южные озера замерзают в ноябре, вскрываются в апреле-мае. Ледостав продолжается 150-200 суток. Наибольшая толщина льда 90-130 см. На севере территории наибольший подъем уровня воды в озерах наблюдается в июле и достигает 1-6 м. На юге он наблюдается в мае-июне, достигая 0,2-0,3 м в степных районах и 0,5-1,5 м - в горных. Минерализация пресных озер (Чагытай, Тиберкуль, Някшингда, Лама и др.) колеблется от 20 до 550 мг/л, солоноватых и соленых - от 1 до 200 г/л и более (Чалпан, Шира, Алтай, Чедер, Как-Холь, Дус-Холь и др.). В озерах водится много видов промысловых рыб (пелядь, муксун, чир и др.), более чем на 10 из них ведется рыбный промысел (Белое, Маковское, Налимье, Пеляжье, Чагытай и др.) Воды и грязи многих слабоминерализованных, солоноватых и соленых озер имеют медицинскую ценность, около 30 из них используются или использовались для организованного и неорганизованного лечения (Плахино, Плотбищенское, Тагарское, Соленое, Алтай, Бейское, Шунет, Утичье, Дус-Холь или Сватиково, Шара-Нур и др.). Работают курорты круглогодичного действия на оз. Шира, Учум, Чедер и др. В степных районах территории озер часто служат источниками сельско-хозяйственного водоснабжения (водопой скота) и орошения (Большое, М.Косоголь, Б.Косоголь, Интикуль, Толстый Мыс, Фыркал, Черное и др.). Большое число озер используется в рекреационных целях (Инголь, Сараголь, Большое, Малое, Б.Кирбинское, Б.Кызыкульское, Линево, Власьевское и др.). На некоторых из них действуют дома отдыха и профилактории (М.Кызыкульское, Тагарское)

Соленые озера почти все расположены в степной, холмистой части юга, где осадков выпадает обычно немного, порой лишь 200 - 300 миллиметров, летом преобладает солнечная, жаркая погода. Общее их количество до сих пор неизвестно.

Наряду с обычными причинами их периодического появления или исчезновения, вызванными, например, изменениями климата, количеством атмосферных осадков, есть и другие причины. При наполнении Красноярского водохранилища многие естественные минеральные водоемы были опреснены или вообще затоплены. Кроме того, ряд искусственных озер имеет сильно переменчивый режим. После наполнения их речной водой они опресняются, а затем,

по мере испарения значительного количества влаги, их соленость вновь значительно увеличивается.

По ориентировочным подсчетам в настоящее время общее число постоянно существующих естественных минеральных озер с площадью зеркала более десяти гектаров примерно 110. Из них крупных, имеющих размеры более одного квадратного километра - 12. Это озера Беле, Ши́ра, Власьево, Учум, Тагарское, Улук-Коль, Черное, Горькое, Алтайское, Терское, Туе и озеро Утичье-3. Лечебные свойства минеральных озер многогранны и слагаются из ряда факторов. Прежде всего, очень большое значение имеют состав и содержание в них солей. Имеются различные по назначению хлоридные, сульфатные или гидрокарбонатные воды, их различные сочетания. Кроме того, в воде встречаются бром, йод, бор, серебро и многие другие, редкие или биологически активные микрокомпоненты и вещества, дающие озерной влаге дополнительный лечебный эффект, а также сероводород и другие газы. Характер водной среды чаще слабощелочной или щелочной. Воздействие минеральной воды на человека очень сложное. Одна и та же вода, принятая в холодном виде вызывает усиление секреторной деятельности желудка, а горячая, наоборот, тормозит ее.

При наружном применении минеральной воды в виде полосканий, ингаляций, обтираний, орошений, ванн с различной температурой и длительностью применения, ее воздействие тоже многогранно и сложно, а эффективность исцеления весьма высока.

Донные озерные отложения, обычно называют лечебными гязями. По составу это тонкозернистый минеральный осадок, образовавшийся на протяжении очень длительного времени за счет выщелачивания материала суши, выпадения в осадок солей, остатков растений, микроорганизмов и последующих сложных процессов их биологической и химической переработки. Применяются они в виде различных аппликаций, тампонов, имеют широкий круг показаний и признаны основным видом лечения для целого ряда заболеваний. Эффективным оздоровительным фактором всех минеральных водоемов неизменно являются также обилие солнечного сияния (по которому они не уступают нашим здравницам Крыма) и купание в соленой воде, оказывающее общетонизирующее действие и усиливающее обмен веществ.

*Озеро Ши́ра.* Из всех минеральных водоемов края наиболее известным является целебное озеро Ши́ра. Оно расположено в северной части Хакасии, в неглубокой, открытой горной впадине. Окружающие горы превышают его на 150-250 метров, но они в основном сглаженные, в сторону озера опускаются полого, в виде каменистых уступов, причудливо обработанных ветром гряд с карнизам, россыпью глыб и валунов, шлейфами щебенки.

Окрестности озера в основном безлесные, степные, и лишь на его западном берегу, на северных склонах некоторых гор, встречаются небольшие лиственные и березовые колки. Помимо них в последние два десятилетия в озерной долине большое внимание уделяется искусственным насаждениям.

Использование лечебных свойств озера началось, видимо, в очень давние времена. О его целительной силе упоминают древние хакасские сказания и легенды, сообщения исследователей. А первые отдыхающие на его берегах появились в 1873 году, когда местные жители поставили здесь юрты и, купаясь в озерной воде, исцеляли свои недуги. Результаты лечения оказались хорошими, и известность озера стала расти. Учитывая это, в 1891 году власти открыли на Ши́ра курорт, первый в Енисейской губернии.

Берега озера сложены песком, мелким щебнем или слабо окатанной галькой. Лишь восточный берег представляет собой болотистую низину, окружающую устье речки Сон, единственного водотока, питающего озеро. Дно водоема спокойное,

ровное, полого опускающееся к его центральной части, где максимальная глубина составляет немногим менее двадцати двух метров.

По составу озерная вода сульфатно-хлоридная, слабощелочная, натриево-калиевая, с повышенным содержанием магния. Содержание солей по его площади неодинаково. Наиболее высокое оно в центральной части озера, где - составляет 18-20 граммов на литр влаги, у берегов, особенно близки от устья речки Сон. Содержание солей обычно на несколько граммов ниже. С глубиной минерализация влаги повсеместно возрастает, а в центральной части Шира придонная толща представляет собою уже рассолы.

Озеро Шунет. Небольшой водоем, имеющий длину девятьсот метров, расположен в восьми километрах южнее Шира, в узкой горной впадине. Глубина его достигает трех метров, минерализация озерной влаги около пятнадцати граммов. По составу она сульфатно-хлоридная, натриево-магниевая, близкая ширинской влаге. Есть отличие лишь в процентном содержании анионов и катионов.

Наряду с минеральной водой в Шунете имеются лечебные грязи. Они были обнаружены здесь в конце прошлого века больными, приезжающими на Шира, и до двадцатых годов курорт обеспечивался этими грязями. После истощения запасов водоема грязи начали завозить на Шира с озера Утичье-3, а о Шунете на некоторое время забыли.

За прошедшие годы залежь частично восстановила свои запасы, и сейчас ее мощность в центре озера достигает метра.

*Утичьи озера.* Их три, они расположены восточнее Шира в степной межгорной долине. Ближайшее и самое малое из озер, Утичье-1, удалено от Шира на расстояние 15 километров. Площадь его зеркала около тридцати гектаров. А самое крупное, озеро Утичье-3, расположено еще дальше, в двадцати двух километрах. Площадь его водной поверхности немногим больше одного квадратного километра. Берега озер пологие, ровные, на отдельных участках тонкие. Глубина изменяется от двух до четырех метров. В летнее время они хорошо прогреваются.

Во всех озерах вода минеральная, сульфатно-хлоридная, содержание солей изменяется от девяти до двенадцати граммов на литр. Одновременно в них обнаружено и значительное количество лечебных грязей сложного состава. Наибольшие их запасы, около 250 тысяч кубометров, сосредоточены в озере Утичье-3.

*Озеро Иткуль.* Это большой, с площадью зеркала около двадцати двух квадратных километров пресный водоем, расположен западнее, озера Шира в трех километрах и почти на сто метров выше его по рельефу. На значительном протяжении, особенно с южной стороны, озерные берега сложены чистым, белым песком, мелким гравием и являются удобным пляжем. Вода в озере очень прозрачная. Несмотря на большие размеры и глубину, достигающую шестнадцати метров, летом она хорошо прогревается.

*Озеро Учум.* Озеро расположено в тридцати километрах южнее города Ужура, среди восточных отрогов Кузнецкого Алатау. Озерная долина находится в узкой, тесной горной долине. Окружающие озеро горы с северной и западной сторон подступают к его берегам вплотную сплошной обрывистой грядой. Они возвышаются над ним на 200 - 250 метров. И лишь в восточной стороне озера долина более пологая, постепенно переходящая в холмистую, мелкосопочную степь.

Озеро имеет овальную форму. Площадь его водной поверхности превышает четыре квадратных километра. Берега на большем протяжении песчано-щебенистые, в восточной стороне на отдельных участках заболоченные. Дно пологое, максимальная глубина в центральной части составляет около шести с половиной метров. Около берегов оно преимущественно песчаное, на глубине повсеместно покрыто илистыми отложениями.

Своеобразна природа озерной долины. Здесь можно увидеть голые угрюмые скалы, каменистые склоны, березовые колки, смешанные лиственнично-сосновые и березовые леса на горах, степные участки. А по южному и северному берегам выросли и заметно изменили окрестности озера красивые, лесозащитные полосы из лиственницы, сосны, березы. Осадков в данном районе выпадает обычно довольно много, из-за чего в окружающих лесах травяной покров пышный и разнообразный, много различных цветов. По составу озерная вода сульфатно-хлоридная, натриево-калиевая, щелочная. В ней присутствует и ряд других соединений, в том числе соли кальция, магния, кремниевой кислоты. В значительных количествах, достигающих 200-600 миллиграммов в литре воды, в придонном слое присутствует сероводород. Из микроэлементов спектральными анализами в озерной воде, особенно в природной рапе, обнаружены медь, цинк, кобальт, барий, марганец, свинец, ванадий, хром, титан, стронций, серебро. Содержание солей в озерной воде непостоянное, за многолетний период оно изменялось обычно от 20 до 35 граммов на литр. В последние годы минерализация снизилась и чаще не превышает 20 граммов. Это объясняется увеличением размеров озера, его опреснением. В течение года наиболее низкая минерализация воды отмечается в начале лета, наиболее высокая весной, перед интенсивным снеготаянием. Величина годового колебания достигает трех-четырех граммов на литр. По площади содержание солей меняется на небольшую величину, а вот с глубиной ее изменения значительно выше, чем по озерам Шира и Тагарское. Так, по данным анализов, соленость воды у дна в центральной части озера почти в два раза выше, чем у поверхности. Общий объем целебной влаги составляет около 26 миллионов кубометров.

Мощность грязевой залежи неодинакова. Наибольшая она в центральной части озера, где достигает 1,6 метра, с уменьшением глубины ее мощность постепенно снижается до 10-20 сантиметров. На большей части дна, озера вдоль южного берега она отсутствует вообще. По составу грязь обычно однородная, черного цвета, бархатисто-маслянистая, мягкая на ощупь, эластичная, легко намазывается и смывается. Запах ее резкий, сероводородный, объемный вес небольшой, около 1.37, засоренность частицами диаметром более 0.25 миллиграмма тоже небольшая - всего 0.76 процента. Химический состав лечебных грязей сложный. Согласно анализам грязевого раствора в нем обнаружены сульфаты кальция и натрия, углекислый кальций и магний, хлористый натрий. Присутствуют также органические вещества, железо, марганец, медь, свинец, ванадий, титан, ряд других микроэлементов. Характерно высокое (до трех граммов на литр грязевого раствора) содержание сероводорода.

Озеро Учум защищено от господствующих западных ветров высокой грядой, что создает в его долине свои микроклиматические особенности. Летом здесь обычно тихо, много солнечных часов, часты жаркие, знойные дни. За ночь горная долина заметно охлаждается, иногда выпадает роса, долину наполняет туман. Но взшедшее яркое солнце вновь все быстро согревает, и вновь повисает палящий зной.

*Озеро Татарское.* Озеро расположено южнее Минусинска в пятнадцати километрах. Водоем находится в центральной части небольшой открытой долины и со всех сторон окружен холмами, увалами, степными участками. Озерная долина на большей части безлесная, распаханная. Лишь с южной стороны к озеру примыкает Кривинский бор, один из красивейших ленточных боров юга края. Он покрывает гряды и сопки, древних золовых Песков, в районе озера имеет ширину более трех километров. Бор в основном сосновый. Встречаются также береза, осина, тополь, акация, черемуха, дикая яблоня, В летнее время в бору много всяких грибов.

Существенно изменили степной облик окрестностей Тагарского защитные полосы. Их здесь много, в основном они ориентированы с севера на юг, сдерживают

господствующие в данном районе западные ветры. Начало использования озера в практических целях уходит в глубокую древность. Наиболее вероятно, что о его целебных свойствах знали еще древние обитатели этих окрестностей, оставившие здесь много памятников старины. Озеро небольшое, почти округлой формы, с диаметром около полутора километров. Дно его ровное, полого опускающееся к центру водоема, где наибольшая глубина около трех с половиной метров. Берега почти на всем протяжении невысокие, в западной и северозападной частях поросли высоким густым тростником. Широкою известностью озеру создали минеральная вода и грязи. По составу озерная влага слабощелочная, сульфатно-хлоридная, натриевая, содержание солей по площади и глубине изменяется от десяти до восемнадцати граммов на литр. Прозрачность озерной, воды в целом невысокая, в последние годы из-за поступления в водоем большого количества органических соединений, азота летом в прибрежной части наблюдается ее цветение. В жаркие летние дни толща воды хорошо прогревается и очень приятна для купаний.

Озерным илом покрыто все дно озера. В прибрежной зоне, ширина которой изменяется от 50 до 200 метров, грязи в значительной части перемешаны с песком, что снижает их качество. Наиболее ценная залежь находится в удалении от берега. Ее максимальная мощность в центре Татарского достигает полутора метров. Общие запасы грязей достаточно большие - до 300 тысяч кубометров, в основном это особо ценные черные и серовато-черные илы. По составу в них преобладают минеральные вещества, включающие -соединения кальция, магния, алюминия, железа, фосфора, серы, калия, натрия, углерода, различные микрокомпоненты, гуминовые кислоты, сероводород.

*Пресные озера.* Многие озера Заполярья имеют промысловое значение и являются местами любительского лова. Особенно это касается озер норильской группы, где сосредоточено очень много крупных и богатых рыбою водоемов, включая ее ценные разновидности. Здесь подледный лов на многих водоемах приобрел массовый характер.

Озера центральной части края в большинстве своем по размерам небольшие. Все доступные из них тоже используются чаще лишь для рыбной ловли. В основном это касается освоенной части долин рек Енисея и Ангары, где они распространены шире, а плотность населения относительно других, менее обжитых районов, больше.

Самыми посещаемыми из местных водоемов являются озера ужурской группы, расположенные в районе города Ужура. Это восемь крупных озер, имеющих площадь зеркала более одного квадратного километра также десятки более мелких водоемов. Все они тектонического происхождения, представляют собой наполненные в послеледниковое время древние понижения в рельефе. Расположены озера в долине Чулыма и его многочисленных притоков, среди невысоких горных гряд и открытых степных участков.

Внешний вид водоемов имеет много общего. Они овальной или округлой формы, обычно сточные или проточные, с ровными, чистыми, песчаными или местами заболоченными берегами. Дно чаще пологое, спокойное, глубина, как правило, небольшая - не превышает двадцати метров. Озерные долины в большинстве залесены, с пышной и разнообразной травяной растительностью. Летом все водоемы хорошогреваются, в них много разной рыбы, а преобладает карась. В послевоенное время большая работа осуществляется по их искусственному зарыблению. Результаты получены хорошие, в озерах постоянно добывается большое количество рыбы. Особенно это касается пеляди, карпа.

Наиболее крупными и известными озерами этой группы являются Большое, Белое, Инголь, Малое, Цинголь, Сармоголь, Большой и Малый Косоголь, Линёво.

Много озер находится в северной части Хакасии, в долинах Черного и Белого Июсов. Они разобщены между собою, находятся в неодинаковых природных условиях и в значительной мере отличаются друг от друга. Но есть у них и общие черты. Они располагаются в гористой местности, где залесенные и затаеженные массивы находятся рядом с безлесными каменистыми степными участками, лето засушливое и жаркое.

Интересной является и Абанская группа озер, самая многочисленная в обжитой части Канско-Рыбинской котловины. Их около тридцати, расположены они, севернее Канска вокруг районного центра Абан. Все озера находятся в понижениях рельефа и, несмотря на близость расположения и одинаковое происхождение, сильно отличаются глубинами, характером берегов и формой дна, фауной и флорой, прозрачностью воды, внешним видом, величиной стока. При этом и отдельные виды рыб предпочитают лишь тот или иной водоем. Бывает так, что один водоем богат ею, а соседний, внешне такой же весьма слабообитаем. Названия озёр говорят сами за себя - Чёртово, Бездонное, Черное, Святое, Глубокое, Карасево, Гальяново, Линёво.

Особенности озер объясняются их происхождением. В подавляющем большинстве они образовались на месте углублений, возникших после выгорания развитых здесь пластов угля в доледниковое время. Выгорание происходило очень неравномерно, из-за чего размеры озер, их глубины, характер дна, да и состав воды имеют существенные отличия. Самое известное из озер, Становое, расположенное на северо-западной окраине Абана, имеет площадь зеркала воды менее одного квадратного километра, глубина - двенадцать метров. Примерно такие же расположенные рядом и соединенные между собою протоками озера Большое, Кривое, Линёво.

Из других озер Канско-Рыбинской котловины следует отметить такие крупные и привлекательные озера, как Маслеево, Колон, Улюколь, Тарай. Они тоже используются местными жителями для различных видов отдыха.

В настоящее время всё популярные озера края используются как места массового отдыха или лечения. Более многочисленны водоемы, используемые для отдыха. Это, прежде всего, Кызыкульские озера, Инголь, Большое, Буланкуль, многочисленные озера Саян. В последние два года резко возрос интерес и к горному озеру Дикому. Как лечебные, наряду с широко известным озером Плахино, все большее внимание привлекают озера Плотбищенское и Дешенбинское.

*Вершины Джангы* — небольшое пресноводное озеро в западных острогах плато Путорана, в Таймырском районе Красноярского края России. Оно расположено на высоте 480 метров над уровнем моря в скальной котловине, находящейся между северо-восточной оконечностью хребта Валёк и безымянными вершинами 722,2 и 714,2 м. Озеро имеет форму, вытянутую с северо-запада на юго-восток.

В озеро впадает два ручья, в северной части вытекает река Джангы, по которой озеро получило своё название.

*Виви* — пресноводное озеро в Эвенкийском районе Красноярского края, занимает верхний участок долины вытекающей из неё реки Виви, притока Нижней Тунгуски, принадлежит бассейну Енисея.

Озеро *Виви* расположено в юго-западной части плато Путорана. Постоянных населённых пунктов на берегу нет, богато рыбой.

Площадь 229 км<sup>2</sup>. Озеро имеет вытянутую форму, к берегу примыкают лиственничные леса. Озеро *Виви* до сих пор является малоизученным. Например, неизвестна его максимальная глубина. По оценкам она может находиться в пределах 80-200 м. В озеро впадают 33 достаточно крупные речки, отмеченные на карте справа.

Район озера отличается значительной сейсмичностью. *Виви*, так же как и озёра Някшингда, Агата, Северное - трещинное. Из-за тектонических движений земной коры претерпевают современное углубление. Эти озера имеют необычные угловатые очертания по причине возникновения новых разломов почти перпендикулярно их прежним направлениям. Показателем современного опускания дна озера являются покрытые водой лиственницы, стоящие на корню в озере Агата.

Главная примечательность озера — его юго-восточный берег, который является географическим центром России. Вскоре после распада СССР, координаты Центра России были рассчитаны академиком Петром Бакутом, для чего была создана оригинальная формула. После проверки Федеральной службой геодезии и картографии за озером *Виви* был официально утвержден статус Центра России.

*Глубокое* (Омук-Кюель) - крупное пресноводное озеро в Красноярском крае, приблизительно в 65 километрах восточнее Норильска. Расположено в широкой котловине между западными отрогами плато Путорана. В северо- западной части вытекает река Глубокая (Диринг-Юрях), которая впадает в озеро Мелкое. Площадь озера 136 км<sup>2</sup>, средняя глубина около 16 м. Вода в озере даже летом редко прогревается выше 10 °С. В озере обитает голец, хариус, окунь и другие виды рыб.

*Гудке* - небольшое мелкое пресноводное озеро на севере Красноярского края, приблизительно в 70 километрах восточнее Норильска. Севернее озера находится гора Сундук, отделяющая его от озера Глубокое, южнее - горы Экэкой. К западу от Гудке непосредственно расположена Норильская долина, а в восточной части из озера вытекает река Гудке-Дапту, впадающая в Глубокое. Озеро имеет форму, вытянутую с запада на восток, длина озера 9,5 км, ширина - 2,5 км. В восточной части от северного берега вглубь озера выдаётся полуостров длиной более километра. Питание озера снеговое. Дюпкун — озеро в Красноярском крае России, на юго-западной окраине плато Путорана.озеро Дюпкун лежит на дне долины. Его площадь составляет 212,5 км<sup>2</sup>, длина — около 90 км.

Южный и восточный берега озера заболочены.

*Ессей* - крупное пресное озеро в Красноярском крае. Расположено за Полярным кругом в бассейне реки Котуй на севере Эвенкийского района. Площадь поверхности — 238 км<sup>2</sup>. На берегу озера расположен одноименный посёлок.

Озеро Ессей находится в межгорной котловине и имеет овальную форму. Берега сильно изрезаны заливами и бухтами. В озеро впадает пять рек (Буордах, Сордонгох, Сигмоян, др.), а для одной — Сикэй Сээн, левый приток Котуя - оно является истоком. Водная поверхность покрыта льдом с октября по июнь.

Озеро богато рыбой, а в его окрестностях обитают дикие олени, медведи, лисы.

По преданиям местных жителей, возле устья Сикэй Сээн озеро имеет второе дно.

*Кета* (*Xuma*) - крупное пресноводное озеро в Красноярском крае, расположенное на плато Путорана.

Температура воды в озере достигает 12—17 градусов у поверхности и 3—4 в придонных слоях. Прозрачность воды высокая — до 11 метров. Западная часть ограничена каменными грядами. С октября по июль вода в озере замерзает.

В озере Кета обитает 15 видов рыб: озёрный голец, озёрная палия, голец Дрягина, сиг, хариус, ряпушка, пелядь, налим, щука, окунь, сибирский подкаменщик, гальян и другие.

В тёплый период на озере организуются рыболовно-сплавные туры.

*Киенг-Кюель* - озеро в Таймырском Долгано-Ненецком районе Красноярского края России.

Расположено за Северным полярным кругом.

Озеро находится на северо-востоке Северосибирской низменности. Площадь зеркала насчитывает 99,8 км<sup>2</sup>. Из озера вытекает река Суолама. Питание снеговое и дождевое. Замерзает Киенг-Кюель в конце сентября, вскрывается в июне. В озере водятся такие виды рыб как: голец, ряпушка, муксун, таймень.

Климат полярный.

*Кунгасалах* - крупное пресноводное озеро в Красноярском крае, на востоке полуострова Таймыр. Площадь 270 км<sup>2</sup>. Питание снеговое и дождевое. Ледостав с сентября до июля. В холодные годы озеро полностью не вскрывается.

Соединено протокой с озером Арытах. Имеет сток в Хатангский залив моря Лаптевых. Впадает река Хутуда+ари, вытекающая из озера Хутудатурку.

В озере богатые рыбные ресурсы (голец, сиг, муксун, щука). На берегах гнездятся гуси, утки, гагары и другие виды птиц.

*Лама* — крупное пресноводное озеро в Красноярском крае, приблизительно в 120 километрах восточнее Норильска; тектонического происхождения.

Протяжённость озера— 80 километров, максимальная ширина— 8, площадь — 318 кв. км. Озеро отличается большой глубиной (свыше 300 метров, в некоторых местах, возможно, до 600 метров), чистой водой и низкой её температурой. По берегам озера находятся горы высотой 400—600 метров и более. Озеро Лама соединяется с озером Мелкое речкой Лама.

Весенний подъём уровня воды начинается ещё при ледоставе. В первой половине июня наблюдаются первые подвижки льда. В середине июля уровень воды достигает максимальной отметки, а в начале ноября озеро покрывается льдом. Толщина льда на Ламе составляет от 80 сантиметров до одного метра.

Продолжительность ледостава составляет от 200 до 220 дней.

Название озера происходит от тунгусско-манчжурского слова «лааму» — море, океан или эвенкийского «ламу» — море, большая вода.

*Маковское* — пресноводное озеро в Эвенкийском районе Красноярского края, расположена на западе округа, к востоку от Западно - Сибирской равнины. На юго-востоке вытекает река Маковская, приток Турухана, принадлежит бассейну Енисея.

Площадь 163 км<sup>2</sup>. Озеро имеет угловатые очертания. Берега изрезаны слабо. Крупный остров расположен в центральной части озера. Питание снеговое и дождевое. Возникло в результате термокарстовых процессов. В озере обитает много видов промысловых рыб: пелядь, муксун, чир, озёрный голец и другие. Ведётся промысел.

*Малое Хантайское* озеро — озеро на юге полуострова Таймыр в Красноярском крае России. Является истоком правого притока Енисея реки Хантайка, соединено протокой с озером Большое Хантайское.

Малое Хантайское представляет собой систему соединенных протоками мелких водоемов, некоторые из которых имеют собственные названия (оз. Арбакли). Общая площадь всей системы составляет около 70 км<sup>2</sup>.

Район озера расположен выше северного полярного круга, в климатической зоне тундр и лесотундр, повсеместного распространения вечной мерзлоты. Постоянных населенных пунктов нет, поселок Делимакит.

*Мелкое (Хоргы-Кюель, также Каргы-Кюель)*- крупное пресноводное озеро в Красноярском крае, приблизительно в 25 километрах восточнее Норильска. Расположено в широкой котловине между западными отрогами плато Путорана. В южной части впадает река Глубокая (Диринг-Юрях), которая вытекает из озера Глубокое (Омук Кюель). Озеро соединяется с озером Лама проливом Лама (Ламочен) длиной 18 км. Берега, в основном пологие, местами заболоченные. Дно преимущественно песчаное. Питание снеговое и дождевое. Размах колебаний уровня около 4,7 м, самый высокий уровень — в июле, низшие — в апреле. Озеро замерзает в начале октября, вскрывается ото льда в конце июня — начале июля.

Много островов: Длинный, Колхозник, Чаячий и другие. На острове Ближний находится база МЧС.

*Монастырское озеро* — озеро находится примерно в 30 километрах от города Енисейска, Красноярского края.

По легенде названо братьями иноками, которые пришли на озеро и увидели в нём очертание монастыря. В 1642 году на берегу ими был основан скит, который действовал вплоть до прихода к власти большевиков. Во время церковных репрессий все монахи скита были убиты, а их тела утоплены в озере. Тело одного из монахов не тонуло и плавало на поверхности. Но только стоило убийцам подплыть к нему на лодке, оно сразу ушло на дно. После этого вода в озере стала красноватая, а дно мягкое, как монашеская ряса. Несколько лет после расправы озеро не замерзало.

В 1980-х годах на берегу Монастырского появился деревянный крест, в память о монахах-мучениках, погибших в годы Советской власти.

В 2002 г. на деньги меценатов на месте скита был построен и освящён монастырь. Все заботы о строительстве церкви взял на себя тогдашний глава Енисейского района Василий Нестерович Сидоркин.

В 2007 году озеро было объявлено памятником природы краевого значения, созданным специально для сохранения уникального природного комплекса, гармонично сочетающего лечебные свойства озера с многообразием растительного и животного мира. Длина озера составляет 300 метров, ширина 50 метров.

В связи с повышенным содержанием железа в воде, озеро имеет выраженный красный оттенок.

Считается, что купание в озере обладает целебной силой, а грязи используют для лечения некоторых болезней, но специальных исследований не проводилось. В Монастырском озере водится редкий золотистый карась.

*Някшингда* — пресноводное озеро в Эвенкийском районе Красноярского края, принадлежит бассейну Енисея. Някшингда расположено в юго-западной части плато Путоран, относится к водосбору притока Нижней Тунгуски — реки Северная. Озеро богато рыбой.

*Портнягино* — крупное пресноводное озеро в Красноярском крае, на востоке полуострова Таймыр. Площадь 360 км<sup>2</sup>. Питание снеговое и дождевое. Ледостав с сентября до июля. В холодные годы озеро полностью не вскрывается. В западной части вытекает река Гусиха, относящаяся к бассейну Хатанги. Из впадающих рек самая крупная река Биска, на юго-востоке. В озере богатые рыбные ресурсы (голец, сиг, муксун, щука). На берегах гнездятся гуси, утки, гагары и другие виды птиц

*Пясино* — озеро ледникового происхождения в России на юго-западе Северо-Сибирской низменности на территории Красноярского края, примерно в 20 км от Норильска. Замерзает в начале октября, вскрывается от льда в конце июня — начале июля. Из озера вытекает единственная река Пясино, основной приток — р. Норильская, последний можно считать верхним течением реки Пясино, которая на севере современного озера подпруджена грядой конечной морены. Норильская при впадении в озеро образует речную дельту, частью которой является также река Амбарная. Другие притоки озера не значительны.

Берега Пясино в основном пологие, местами заболоченные. Озеро собирает воды крупных озер Лама, Кета и Глубокое в горах Путорана.

*Тагарское* — озеро в Минусинском районе Красноярского края. Известно как лечебное.

Озеро Тагарское расположено в неглубокой впадине в 14 километрах южнее г. Минусинска, рядом с трассой федерального значения М54 «Енисей». Длина озера около 3 км, ширина — не более полутора. Максимальная глубина озера — 20 метров. Известно как климатический и бальнеологический курорт. На берегу озера

находится санаторий-профилакторий «Сосновый бор», а также населенный пункт — пос. Озеро Тагарское.

*Хантайское* озеро расположено на юге полуострова Таймыр в Красноярском крае. В отдельных источниках также упоминается под именем Кутармо и Большого Хантайского.

Глубина Хантайского озера достигает 420 м, уступая по этому параметру в России только Байкалу и Каспийскому морю.

Длина озера около 80 км, ширина — 25 км, площадь — 822 км<sup>2</sup>. Расположено на юго-западной окраине плато Путорана на высоте 65 м, в узкой тектонико-ледниковой котловине. Хантайское соединено широкой и короткой протокой с озером Малое Хантайское, уровень которого на несколько метров ниже (=62 м НУМ). Малое Хантайское является истоком реки Хантайка, правого притока Енисея.

Район озера расположен выше северного полярного круга, в климатической зоне тундр и лесотундр, распространенной вечной мерзлоты.

*Чеко* — пресное озеро в Красноярском крае. Расположено примерно в 760 км к северо-востоку от Красноярска и всего в 8 километрах к северо-западу от эпицентра возможного падения Тунгусского метеорита. Чеко не отмечено ни на одной карте, составленной до 1929 года, что, возможно, связано с плохой изученностью местности. Через озеро протекает река Кимчу. Впадает на западе, вытекает также на западе, но севернее. Озеро принадлежит бассейнам рек: Чуня, Подкаменная Тунгуска, Енисей.

Группа итальянских геологов из Болонского университета под руководством Луки Гасперини (Luca Gasperini) выдвинула гипотезу о том, что кратером Тунгусского метеорита может быть озеро Чеко на реке Кимчу, расположенное всего в 8 километрах на северо-запад от общеизвестного эпицентра взрыва. Озеро Чеко имеет глубину до 50 м и коническую форму дна. Подобную морфологию, отличную от других сибирских озёр, невозможно объяснить обычными процессами эрозии и отложения, утверждают они. В 2008 году учёные провели пробное бурение дна озера. Свои исследования они изложили в статьях 2007 г. «Найденный кратер как возможный результат Тунгусского метеорита 1908 г.» («A possible impact crater for the 1908 Tunguska Event») и 2008 г. «Тунгусский метеорит и озеро Чеко: причинно-следственная связь или её отсутствие?» («Lake Cheko and the Tunguska Event: impact or nonimpact?»). Учёные применили гидроакустические, радиолокационные, биологические и химические методы. В ходе работы была построена стратиграфическая модель дна озера, его батиметрическая карта, проведён химический анализ озёрных отложений. Методом годовых колец исследован возраст прилегающих деревьев. Все данные указали на то, что возраст оз. Чеко не должен превышать 100 лет, что согласуется с гипотезой о том, что оно образовалось в 1908 г. в результате падения небесного тела. Кроме того, исследования выявили некий крупный отражающий объект, скрытый на 10 м ниже уровня дна озера, который может оказаться остатком космического тела. Однако еще в 60-х гг XX в исследовавшие озеро советские ученые пришли к выводу, что оно очень старое, естественного происхождения.

## **Семинарское занятие 1. Общая характеристика подземных водных ресурсов**

### 1. Гидрология подземных вод России.

1.1 Минеральные подземные воды России.

1.2 Теплоэнергетические подземные воды.

1.3 Промышленные подземные воды.

2. Проблемы минерально-сырьевой базы питьевых подземных вод Российской Федерации.

Подземными водами называются содержащиеся в земной коре воды, находящиеся в активном взаимодействии с атмосферой и поверхностными водами (океанами, морями, реками, озёрами, болотами) и участвующими в круговороте воды на земном шаре.

Подземные воды по происхождению делят на экзогенные (источник - водные объекты на поверхности суши и атмосферные осадки) и эндогенные (источник - сама литосфера).

Подземные воды по их качеству и назначению подразделяются на питьевые и технические (пресные и слабосолоноватые), минеральные (лечебные), промышленные (содержащие извлекаемые концентрации полезных компонентов) и теплоэнергетические.

В сфере федеральных интересов находятся в основном питьевые и минеральные воды; удовлетворение текущих и перспективных потребностей населения России их качественными запасами имеет огромное значение как для социальной стабильности, так и для поддержания здоровья нации.

Пресные подземные воды - наиболее надёжный источник обеспечения населения питьевой водой высокого качества, защищенный от загрязнения с поверхности; минеральные воды - доступное и эффективное лечебное и профилактическое средство. Поэтому в «Долгосрочной государственной программе изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья» были учтены именно эти типы подземных вод. Очень важным фактором, отличающим подземные воды от других видов полезных ископаемых, является динамичность запасов и ресурсов, зависимость их качества от изменчивых природных и антропогенных факторов.

Основная ресурсная база всех типов подземных вод (пресных питьевых и технических, минеральных, теплоэнергетических и промышленных) была создана благодаря широкомасштабным геологоразведочным работам, выполненным за счёт госбюджетных средств до начала 1990-х гг.

Государственным Центром «Геомониторинг» в России на 1.01.2007 г учтены прогнозные ресурсы подземных вод в количестве 869,1 млн м<sup>3</sup>/сут (317,2 км<sup>3</sup>/год). По результатам оценки обеспеченности населения ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения, которая выполнена в 1994-2000 гг. организациями Министерства природных ресурсов России, общая величина прогнозных ресурсов составляет около 1100 млн м<sup>3</sup>/сут (350 куб км/год). Однако в связи с тем, что апробация этих прогнозных ресурсов в установленном порядке не была проведена, обе величины носят справочный характер.

Основная часть ресурсов (77,2 %) сосредоточена в четырёх федеральных округах: Северо-Западном, Уральском, Сибирском и Дальневосточном, причём наибольшее количество - в Сибирском (28,9 %).

Преобладающая часть запасов подземных вод разведана в Центральном, Приволжском и Сибирском федеральном округах, на долю которых приходится более 65 % суммарных эксплуатационных запасов. Максимальным количеством

запасов подземных вод располагают такие субъекты Российской Федерации, как г. Москва и Московская область, Краснодарский край, Самарская и Нижегородская области, Республика Башкортостан, Красноярский край, Иркутская, Оренбургская области, Хабаровский край, Владимирская область, Ставропольский край, Читинская, Кемеровская, Новосибирская и Воронежская области, Республика Северная Осетия-Алания, Волгоградская область. Суммарные запасы перечисленных субъектов Федерации составляют более 50 % российских. Подавляющая часть запасов этих субъектов предназначена для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения.

Минимальными значениями разведанных запасов (менее 40 тыс. м<sup>3</sup>/сут) характеризуются территории малонаселенных Пермского края, Ненецкого, Усть-Ордынского, Эвенкийского муниципального и Корякского автономного округов, а также Астраханской области, Республик Карелия, Калмыкия, Ингушетия и Татарстан.

Разведанные запасы питьевых подземных вод по федеральным округам и субъектам Федерации распределены неравномерно; в пересчете на одного человека обеспеченность запасами в федеральных округах составляет от 343 до 773 л/сут, в Дальневосточном федеральном округе она превышает 1 000 л/сут.

К слабо обеспеченным разведанными запасами подземных вод питьевого качества относятся такие территории Российской Федерации, как Республика Карелия, западная и юго-западная части Архангельской области, Вологодская, Новгородская, Ивановская области, Республики Калмыкия и Ингушетия, большая часть Ростовской области, Волгоградская область, Республика Чувашия и Удмуртская республика, Пермский край, Курганская область и южная часть Тюменской области, Омская область и отдельные регионы республики Якутия (Саха).

К высоко обеспеченным разведанными запасами подземных вод относится подавляющая часть регионов Дальнего Востока (520-3715 л/сут на человека), что обусловлено, прежде всего, малочисленностью населения. Из них существенно выделяются три субъекта Дальневосточного ФО: Еврейская АО - 3,7 тыс. л/сут, Магаданская область - 3,6 тыс. л/сут, Чукотский АО - 3,2 тыс. л/сут на человека.

Однако более половины месторождений подземных вод до сих пор не осваивается и находится в нераспределенном фонде недр. Большая часть из них требует переоценки или не может быть освоена вообще в связи с изменившейся экономической и экологической ситуацией (удаленность от потребителя, застроенность территории месторождения, загрязнение подземных вод и т. д.) и возросшими требованиями к качеству воды.

Более реальную обеспеченность территории России разведанными запасами иллюстрирует помещенный ниже рис. 14, на котором из общей суммы запасов исключены запасы месторождений, которые вероятнее всего не будут осваиваться.

Структура использования подземных вод практически не меняется: на хозяйственно-питьевое водоснабжение расходуется 76%, на промышленно-техническое - 22% добываемых вод.

В среднем по России общее потребление подземных вод на одного человека (удельное потребление) составляет 170 л/сут. Наибольшее количество воды потребляется в Центральном ФО (234 л/сут), наименьшее - в Северо- Западном ФО (69 л/сут).

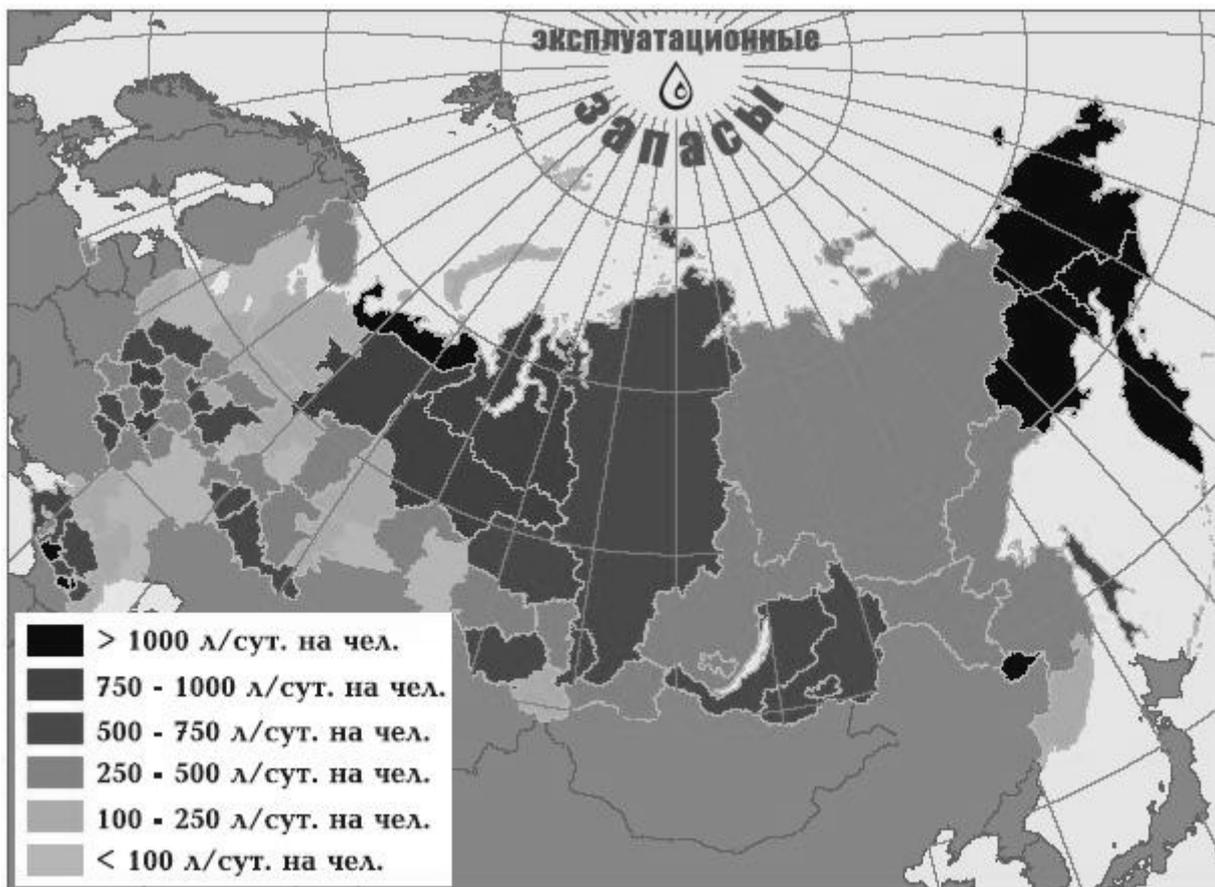


Рис. 2 Обеспеченность населения России запасами питьевых подземных вод месторождений распределенного и части нераспределенного фонда, л/сут на человека

Эксплуатация подземных вод сопровождается снижением их уровня и напора, а также ухудшением качества и загрязнением. В Центральном федеральном округе сформировалось несколько региональных воронок депрессии. Наиболее обширная охватывает Московскую и смежные области, понижение в центре воронки депрессии достигает 130 м. На отдельных участках Московской области наблюдается снижение уровня ниже кровли водоносного горизонта, т.е. происходит истощение и загрязнение подземных вод.

Уменьшение добычи подземных вод, начавшееся в 1990-е гг, привело к замедлению темпов понижения уровней (напоров) подземных вод, к их стабилизации и даже восстановлению. Реабилитация состояния подземных вод охватила также районы, где законсервированы или ликвидированы шахты.

В объёме вод, используемых в системах коммунального водоснабжения городов, преобладают поверхностные воды, однако среди населённых пунктов городского типа число тех, что снабжаются подземными водами, больше; так, около 69 % (2028) городов и посёлков используют преимущественно (более чем на 90 %) подземные воды, ещё 12 % (354) имеют смешанные источники водоснабжения и лишь 19 % (576) снабжаются преимущественно поверхностными водами, при этом на их долю приходится более 90% водопотребления.

Уменьшение доли использования подземных вод происходит с увеличением населения города. Так, преимущественно подземными водами обеспечивается 79 % городов с населением до 50 тыс человек, 55 % - с населением от 50 тыс. чел. до 100 тыс. чел., 32 % - с населением более 100 тыс. чел. В то же время лишь 28%

наиболее крупных городов (с населением более 250 тыс.чел.) снабжаются подземными водами, а ещё 34 % имеют смешанные источники водоснабжения.

Таким образом, большое количество городов и посёлков (около 600), в том числе большинство крупных городов, практически не используют в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения подземные воды. К городам, где поверхностные воды являются практически единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения, относятся Москва, Санкт–Петербург, Нижний Новгород, Екатеринбург, Омск, Волгоград, Челябинск, Ростов и др. Так как поверхностные воды по существу не защищены от возможного загрязнения, население этих городов находится под постоянной угрозой выхода питьевых водозаборов из строя. К этой группе примыкают и города, имеющие подземные источники водоснабжения, но эксплуатирующие первый от поверхности водоносный горизонт, связанный с поверхностными водами и недостаточно защищённый от загрязнения (Красноярск, Воронеж, Владикавказ, Улан-Удэ и др.).

Под воздействием антропогенной нагрузки происходит ухудшение качества и загрязнение подземных вод. Качество подземных вод не всех месторождений отвечает современным нормативным требованиям, предъявляемым к питьевым водам. Так, признаки неполного соответствия качества подземных вод питьевым целям отмечены в 62 % разрабатываемых и в 51 % неразрабатываемых месторождений, а также в 50 % водозаборов, расположенных на участках с неоцененными запасами. При этом в 85 % водозаборов такое несоответствие связано с природными условиями формирования качества подземных вод и в 24 % — с техногенным их загрязнением. В связи с этим на 10 % водозаборов производится специальная водоподготовка. Количество выявленных очагов загрязнения подземных вод постоянно растёт. В среднем ежегодно устанавливают около 335 новых очагов загрязнения.

Наибольшее количество участков загрязнения подземных вод выявлено в Приволжском (37 %), Сибирском (25 %); Южном (11 %) и Центральном (10 %) федеральных округах.

Структура загрязнения, т.е. соотношение выявленных очагов с разным химическим составом загрязняющих веществ и разными источниками загрязнения, в течение последних лет практически остается стабильной. Загрязняющие подземные воды вещества – соединения азота (нитраты, нитриты, аммиак, соединения аммония), нефтепродукты, сульфаты и хлориды, тяжелые металлы (медь, цинк, свинец, кадмий, кобальт, никель, ртуть или сурьма, фенолы. Источниками загрязнения остаются промышленные предприятия, сельскохозяйственные и коммунальные объекты.

Загрязнение первого от поверхности водоносного горизонта, не являющегося в большинстве случаев источником централизованного водоснабжения, но широко используемого для нецентрализованного и, кроме того, играющего важную экологическую роль, широко развито в промышленно освоенных регионах. Источниками загрязнения служат накопители отходов и сточных вод, крупные полигоны твёрдых бытовых отходов, нефтепромыслы и нефтебазы, промышленные площадки и т.д. Участки загрязнения грунтовых вод связаны с предприятиями химической, энергетической, нефтехимической, нефтедобывающей и машиностроительной промышленности. Загрязнение более глубоких водоносных горизонтов, используемых для централизованного водоснабжения, зависит от степени их защищённости. Из общего количества разведанных месторождений 15 % относятся к надёжно защищённым, 42 % - к защищённым, 43 % - к незащищённым. На территории России выявлено около 500 водозаборов с постоянным или эпизодическим загрязнением подземных вод, 25 % из которых - с производительностью более 1 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В большинстве групповых водозаборов

загрязнение подземных вод отмечается лишь в отдельных скважинах и по интенсивности относится к незначительному (1-10 ПДК).

На территории Курской, Брянской, южной части Калужской и Тульской областей стали проявляться последствия Чернобыльской аварии в виде радиоактивных осадков на поверхности, которые со временем постепенно просачиваются в грунтовые и подземные воды. Проблемы радиационной безопасности обозначились на территории Тверской, Ивановской, Московской, Смоленской, Рязанской, Белгородской и Воронежской областей.

Наибольшую экологическую опасность представляет загрязнение подземных вод на водозаборах питьевого водоснабжения. В основном это водозаборы, состоящие из одиночных скважин с производительностью менее 1 тыс. куб. м/сут. Проблемны в этом отношении водозаборы г. Липецка, в подземных водах которых обнаружено нитратное загрязнение. На водозаборах Курской городской агломерации подземные воды не соответствуют санитарным нормам по содержанию марганца, железа, фенола, нефтепродуктов. На некоторых водозаборах отмечено несоответствие качества воды требованиям радиационной безопасности. В Смоленской области на водозаборах крупных городов выявилась тенденция к увеличению минерализации, общей жёсткости, содержания железа, марганца, стронция. В Пермском крае на участке Сухореченского водозабора обнаружено загрязнение стронцием. Неблагополучная ситуация с качеством подземных вод складывается на водозаборах Омской, Новосибирской и Томской областей.

Созданная ранее ресурсная база подземных вод в связи с изменившейся политической и экономической обстановкой в стране не отражает реальных возможностей перевода водоснабжения населенных пунктов и городов, в первую очередь крупных городов, на защищенные подземные источники.

В связи с этим в ряде регионов необходима переоценка общего ресурсного потенциала подземных вод и их прогнозных ресурсов. При этом требует решения вопрос об апробации и официальном учете прогнозных ресурсов.

Одновременно необходимо выполнить работы по оценке состояния и возможности освоения месторождений нераспределенного фонда, переоценке запасов месторождений и снятию с государственного баланса запасов месторождений, освоение которых по каким-либо причинам будет признано невозможным. Результаты таких работ послужат обоснованием для основания и корректировки стратегических и ежегодных программ геологоразведочных работ на подземные воды и прогноза развития минерально-сырьевой базы подземных вод страны.

Необходима разработка и реализация мер по приведению в соответствие с действующим законодательством Российской Федерации отбора подземных вод на участках недр, не имеющих запасов, прошедших государственную экспертизу и включенных в государственный учет (в количестве 15 млн м<sup>3</sup>/сут).

Требуется корректировка новой Классификации запасов подземных вод и рекомендаций по ее применению, а также внесение изменений в порядок проведения государственной экспертизы запасов подземных вод на участках недр с действующими водозаборами (включая одиночные скважины) и в систему государственного учета ресурсной базы подземных вод.

Для реализации закона «О недрах» необходима разработка нормативно-правовых документов, обеспечивающих резервирование источников питьевого водоснабжения, в том числе земель, на которых расположены резервные месторождения подземных вод, и выделение участков недр местного значения для геологического изучения и добычи подземных вод.

Несмотря на неполное освоение разведанных ранее запасов подземных вод, для реального обеспечения водой населения и объектов промышленности

требуется планомерное проведение геологоразведочных работ для создания ресурсной базы защищенных подземных источников крупных городов и других населенных пунктов.

Основная ресурсная база минеральных подземных вод России была создана до начала 1990-х гг. за счет бюджетных средств предприятиями прежде всего Министерства геологии СССР, а также других ведомств, преимущественно для обеспечения курортно-санаторных и оздоровительных комплексов в областях с наиболее благоприятными природно-климатическими условиями (в основном в центральных и южных регионах). Розлив питьевых минеральных вод в то время был развит слабо.

С 1990-х гг. прирост запасов минеральных вод осуществляется за счет средств недропользователей, среди которых резко возрос коммерческий интерес к розливу минеральных питьевых лечебно-столовых вод, являющемуся весьма прибыльной отраслью экономики.

По состоянию на 1994 г. ресурсная база минеральных вод была представлена 428 месторождениями и участками с запасами 260 тыс. м<sup>3</sup>/сут. За 1995-2006 гг. количество разведанных месторождений и участков (но не запасов) минеральных вод увеличилось почти вдвое, практически полностью в результате работ, проводимых на средства недропользователей. На 1.01.2007 количество разведанных месторождений и участков минеральных вод составило 804, а их запасы - 339,62 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В 2007 г. общий прирост разведанных запасов минеральных подземных вод России составил 3,83 тыс. м<sup>3</sup>/сут; он получен в результате работ, финансируемых из региональных бюджетов и внебюджетных источников. По состоянию на 1.01.2008 в государственном балансе учтены запасы 845 месторождений (участков) в количестве 343,4 тыс. м<sup>3</sup>/сут (рис. 3).

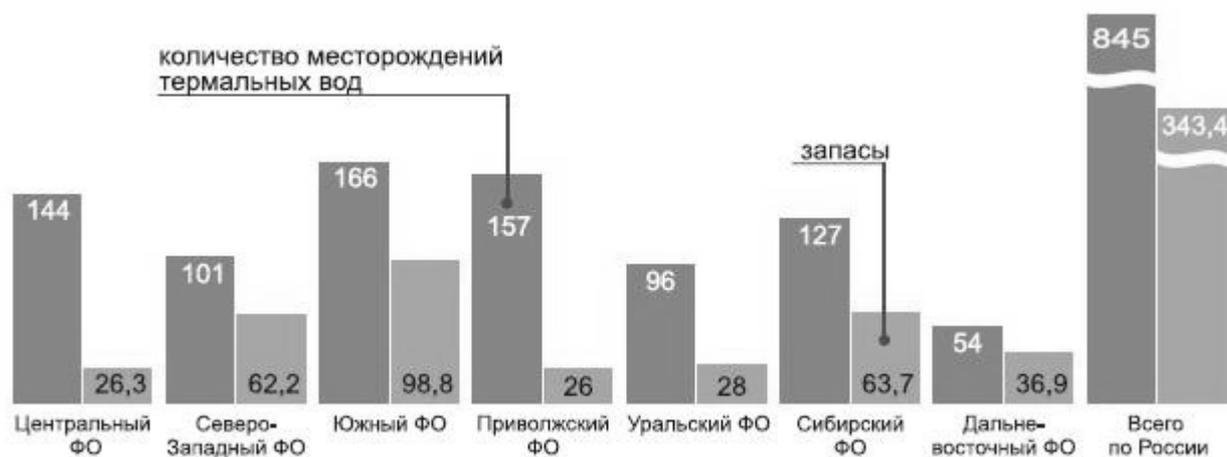


Рис. 3. Количество месторождений и запасы минеральных вод в федеральных округах РФ (по состоянию на 1.09.2008)

Для подземных минеральных вод характерны некоторые проблемы, общие с питьевыми водами:

- ресурсы и запасы неравномерно распределены по территории России;
- 75 % их сосредоточено в Центральном районе европейской части РФ и на Северном Кавказе;
- ведется добыча минеральных вод на участках недр (более 300 участков), не имеющих запасов, прошедших государственную экспертизу и включенных в государственный учет;
- не ведется учет использования подземных минеральных вод, и отсутствует блок минеральных вод в системе государственного мониторинга состояния недр (ГМСН).

Месторождений минеральных вод в нераспределенном фонде недр существенно меньше, чем питьевых, а неполное использование запасов, особенно утвержденных до 1997 г., объясняется существовавшим в тот период требованием полной оценки ресурсного потенциала месторождения без учета реальных потребностей учреждений, использующих минеральные воды. Раздел же запасов между недропользователями, особенно когда они привязаны к одной скважине, практически невозможен. В целом, большинство месторождений и участков по-прежнему находится в ведении лечебно-оздоровительных учреждений, которые несколько сократили использование минеральных вод в связи с общим спадом санаторно-курортной деятельности. В то же время спрос населения на бутылочную минеральную воду по-прежнему полностью не удовлетворяется, результатом чего являются высокие цены и наличие на рынке большого числа подделок, что, в свою очередь, мешает росту добычи минеральных вод для розлива.

Воспроизводство ресурсной базы подземных минеральных вод осуществляется практически полностью за счет средств частных инвесторов. При этом, несмотря на то, что число учтенных месторождений и участков растет, вновь выявленных или разведанных среди них мало, так как средства инвесторов вкладываются в основном либо в доизучение ранее выявленных объектов, либо в освоение месторождений и участков, разведанных ранее для других целей, преимущественно там, где недропользователь может использовать ранее пробуренные скважины для розлива питьевых минеральных вод. Вновь разведанные участки, а тем более новые месторождения минеральных вод исчисляются единицами.

В то же время на территории некоторых субъектов РФ нет участков недр, содержащих минеральные воды, степень подготовленности которых была бы достаточна для привлечения инвесторов для их геологического изучения и добычи.

Рынок инвестиционных предложений по организации добычи минеральных вод пока стихийный. Органы управления фондом недр могли бы влиять его формирование, чтобы привлекать инвестиции в геологическое изучение новых участков и ценных лечебных типов вод, но пока такое влияние незначительно. Единственным механизмом управления воспроизводством ресурсной базы подземных вод служит система лицензирования, которая, как показал опыт, является недостаточно эффективна. Как правило, внимание инвесторов привлекают популярные у населения («раскрученные») типы минеральных вод либо их аналоги. Это приводит к ряду негативных последствий, в основном к сосредоточению эксплуатируемых участков на небольшой территории, что для многих месторождений минеральных вод крайне нежелательно с точки зрения охраны их ресурсов. Подземные минеральные воды являются полезным ископаемым с высокой степенью ликвидности (рис. 4). В настоящий момент в стране отсутствует государственная система управления использованием минеральных вод и государственного учета добычи и использования этого типа вод.

На территории России термальные воды, пригодные для выработки тепловой и электрической энергии, имеются преимущественно на Северном Кавказе, в Западной Сибири и в Дальневосточном федеральном округе (рис. 5). Общие прогнозные ресурсы термальных вод и парогидротерм (с температурой от 40 до 200 °С) по перспективным регионам их распространения при фонтанном способе эксплуатации оценены в 1,16 млн м<sup>3</sup>/сут (теплоэнергетический потенциал 23,3 млн Г кал/год), при насосном - 19,0 млн м<sup>3</sup>/сут (229,8 млн Г кал/год), а также в 1000 МВт установленной мощности ГеоЭС.

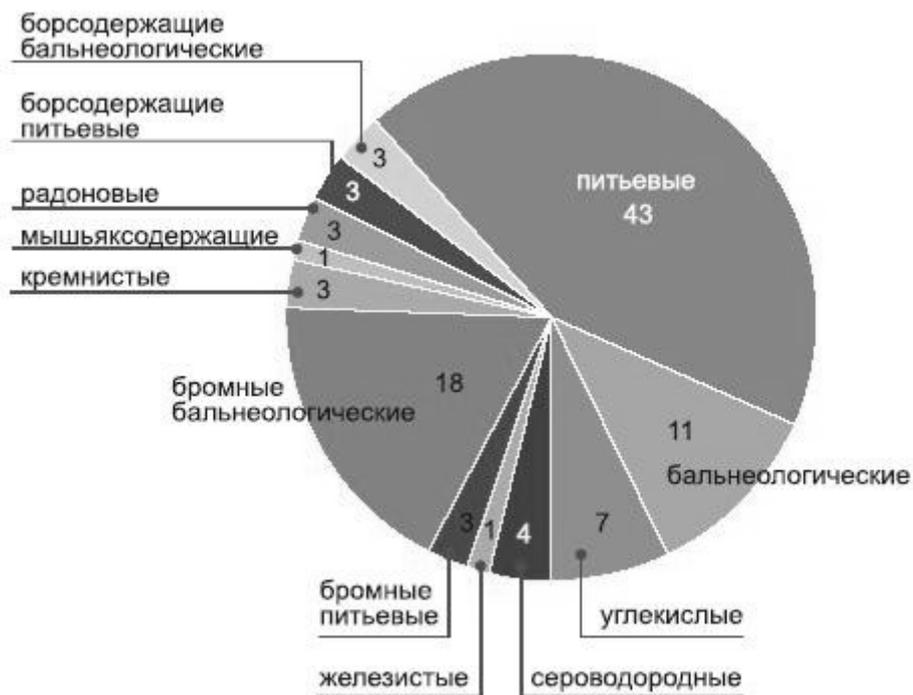


Рис. 4 Соотношение различных типов минеральных подземных вод России, %

Применение геодинамической технологии добычи природных теплоносителей, реализуемой путем обратной их закачки после использования, позволяет во много раз увеличить извлечение теплоэнергетических вод (до 7,1 млрд м<sup>3</sup>/сут) за счет поддержания пластовых давлений и искусственного восполнения ресурсов подземных вод. При этом также решается проблема экологически безопасного сброса использованных вод.

В настоящее время разведана незначительная часть прогнозных ресурсов термальных вод и парогидротерм.

Степень использования разведанных запасов термальных вод не превышает 20 %, а пароводяной смеси - около 40-50 %. Низкий уровень использования разведанных запасов термальных вод обусловлен невысокими тарифами на природный газ. Невостребованность месторождений теплоэнергетических вод Северного Кавказа, находящихся в нераспределенном фонде недр, частично связана с нестабильной политической обстановкой; в Чеченской республике часть месторождений выведена из строя военными действиями.

Общими причинами слабого освоения теплоэнергетических ресурсов являются:

- низкий технологический уровень использования потенциала теплоэнергетических подземных вод;
- отсутствие единой программы научно-исследовательских, опытно-конструкторских и экспериментальных работ, направленных на разработку высокоэффективных методов, технологий и технических средств эксплуатации месторождений теплоэнергетических вод и их эффективного практического использования.

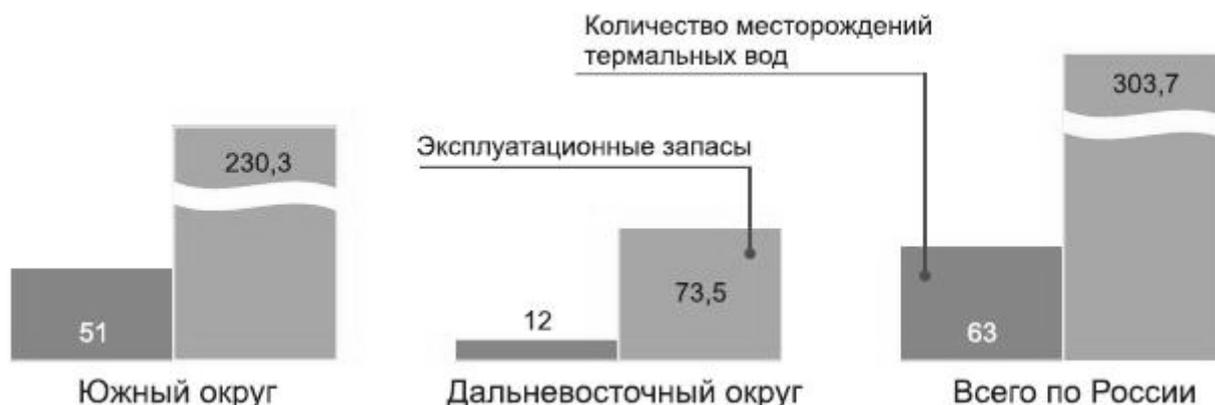


Рис. 5. Количество месторождений и эксплуатационных запасов термальных вод в федеральных округах России

Однако из-за роста цен на природный газ и другие энергоносители на внутреннем рынке следует ожидать повышения интереса к использованию термальных вод. Этому должно способствовать налаживающееся производство современного теплотехнического оборудования на Калужском турбинном заводе; освоение выпуска отечественных тепловых насосов в г. Новосибирск будет способствовать использованию низкопотенциальных термальных вод Западно-Сибирского артезианского бассейна.

Предполагается возможное участие в освоении геотермальных ресурсов иностранных инвестиций в рамках проектов Глобального экологического фонда. В области использования парогидротерм наблюдается активная динамика. Длительное время отечественная геотермальная энергетика была представлена единственной Паужетской ГеоТЭС с установленной мощностью 11 МВт и реальной - 5,5-6,6 МВт. В связи с энергетическим кризисом в Дальневосточном регионе значение геотермальной энергетике возрастает. На Мутновском месторождении построена и работает Верхнемутновская ГеоЭС, первая очередь которой имеет номинальную мощность 12 МВт; на участке Дачный в режиме опытно-промышленной разработки действует вторая очередь Мутновской ГеоЭС номинальной мощностью 50 МВт.

В 2000-2001 гг. на о. Кунашир (Менделеевский участок месторождения «Горячий Пляж») геологоразведочными работами, выполненными за счет средств федерального бюджета, выявлены ресурсы теплоносителя для обеспечения ГеоТЭС мощностью 8 МВт. В настоящее время введены в эксплуатацию первый пусковой комплекс мощностью 1,8 МВт, тепловая станция ГГС-700 В, обеспечивающая теплом пос. Горячий пляж, и линия электропередачи протяженностью 12,3 км, мощностью 35 кВ между Менделеевской ГеоТЭС и п.г.т. Южно-Курильск. Ввод в эксплуатацию второго пускового комплекса ГеоТЭС мощностью 1,8 МВт позволит перевести энергоснабжение на проектное напряжение 35 кВ и надежно обеспечит потребителей электроэнергией.

На о. Итуруп на базе Океанского геотермального месторождения ведется строительство одноименного энергетического комплекса, который позволит обеспечить электроэнергией г. Курильск. На двух площадках будут установлены два модуля ГеоТЭС «Туман-2» общей мощностью 3,6 МВт.

В 2007 г. завершены работы на Пригородном участке в Республике Карачаево-Черкесия; подсчитаны запасы термальных вод, составившие 0,85 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Результаты поисково-оценочных работ на о. Парамушир в районе вулкана Эбеко, а также в Камчатском крае (в районе г. Ключи и на двух объектах в пос. Палана) оказались отрицательными.

В 2008 г. завершено финансирование из средств недропользователей геологоразведочных работ на пяти объектах: на трех в Камчатском крае и по одному в Республике Карачаево-Черкесия и в Приморском крае. Прирост запасов на объекте в Приморском крае оценивается в 0,072 тыс. м<sup>3</sup>/сут; запасы Паужетского месторождения парогидротерм в Камчатской области по результатам переоценки увеличились на 0,9 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Представляется, что поисково-оценочные работы на термальные воды на данном этапе необходимо проводить либо в районах с острым энергодефицитом, либо в регионах, имеющих для России особое геополитическое значение, прежде всего на Дальнем Востоке.

Основная ресурсная база промышленных подземных вод была создана за счет государственных средств и представлена тремя месторождениями (в Краснодарском крае, Пермской и Тюменской областях); их разведанные запасы составляли 327,1 тыс. куб. м/сут.

В 2001-2002 гг. за счет средств недропользователей разведано еще два месторождения: Астраханское с запасами йодсодержащих вод 31,8 тыс. м<sup>3</sup>/сут и запасами йода 200 т/год и Северодвинское (участки Бобровский, Лапоминский) в Архангельской области с запасами йодсодержащих вод 15 тыс. м<sup>3</sup>/сут и запасами йода 120 т/год. На Северодвинском месторождении в 2004 г. завершена разведка с опытной эксплуатацией йодной установки, в 2005 г. запасы йодных вод утверждены, однако отнесены к забалансовым. Освоение этих месторождений проблематично.

Основные перспективы освоения ресурсной базы промышленных йодных вод следует связывать с Краснодарским краем. Разведанное Славянско-Троицкое месторождение с запасами 77,7 тыс. м<sup>3</sup>/сут (1300 т йода в год) передано в пользование государственному предприятию «Троицкий йодный завод». Фактическая добыча йодсодержащих вод заводом составляет 11 тыс. м<sup>3</sup>/сут, производство йода - 188 т/год. По особенностям технологии разработки месторождения оно не может быть разделено на участки, которые можно было бы передать другому недропользователю. Вместе с тем в регионе построен завод мощностью 500 т йода в год, однако база разведанных запасов сырья для него пока не создана. Участков недр, которые могли бы быть предоставлены в пользование с целью геологического изучения, разведки и добычи, не подготовлено.

Производство йода в СССР достигало 1200 т в год, максимальные потребности России в нем оцениваются в 750-900 т/год. Однако в 1990-е гг. потребление йода сократилось в силу уменьшения выпуска содержащей его продукции и перехода на технологии без использования йода. Реальный уровень спроса в стране на технический йод, по-видимому, составляет около 500 т/год, часть его удовлетворяется импортом из стран СНГ (Азербайджан, Туркмения).

Экспортного спроса на российский йод нет, поскольку по издержкам производства он не может конкурировать с аналогичным продуктом, например, чилийского производства. Имеющийся в мире спрос на йод удовлетворяется поставками из Японии и Чили.

В последние годы нефтяными и газовыми компаниями предпринимаются попытки наладить производство йода из подземных вод с невысокими концентрациями йода. По всей вероятности, этот йод не будет конкурентоспособен даже на внутреннем рынке.

Производство брома из промышленных подземных вод в России практически прекращено.

## **Семинарское занятие 2. Подземные водные ресурсы Красноярского края**

1. Ресурсы подземных вод Красноярского края.
2. Загрязнение подземных вод Красноярского края.

Большая часть Восточной Сибири и Дальнего Востока находится в зоне практически сплошного распространения многолетнемерзлых пород, мощность которых достигает нескольких сотен метров. В этих районах прогнозные ресурсы пресных и слабосоленых подземных вод могут концентрироваться только в таликовых зонах современных и погребенных долин, в которых в меженные периоды происходит сработка емкостных запасов подземных вод с последующим их восполнением в паводок. При этом могут формироваться достаточно крупные месторождения такие, например, как Талнахское и Егорлахское, используемые для вод. Благодаря приуроченности к различным структурам, воздействию водовмещающих горных пород и зональных факторов (вечной мерзлоты и др.), подземные воды края имеют чрезвычайно разнообразный химический состав, минерализацию и температуру. Зона пресных (питьевого качества) вод в пределах Сухобузимского, Большемурутинского, частично Емельяновского, Ачинского, Боготольского районов достигает глубин 1000 м, на других территориях (Канская, Ангарская, Назаровская, Минусинская группы районов) не превышает 200-400 м, а иногда практически полностью выклинивается до нулевых величин (в Тунгусском артезианском бассейне).

Потенциальные эксплуатационные ресурсы питьевых подземных вод составляют свыше 10 км<sup>3</sup>/год, или около 5 % от общероссийских. Однако распределены они по площади весьма неравномерно: в ряде районов КАТЭКа, например, ощущается дефицит подземных вод для водоснабжения как по количественным показателям, так и особенно по качеству (из-за повышенного содержания железа, бензапирена и др.) Фактическое использование подземных вод не превышает 3-4 % от прогнозируемых потенциальных ресурсов, а разведанных в установленном порядке запасов еще меньше (0,33 %). Таким образом, имеются хорошие перспективы для усиления использования подземных вод в народном хозяйстве.

По информационным данным МУП ЭМР ТЦ «Эвенкиягеомониторинг» в 2007 г. величина потенциальных (прогнозных) эксплуатационных ресурсов подземных вод Красноярского края составила 37,23 км<sup>3</sup>/год, или 102002 тыс. м<sup>3</sup>/сут, в том числе по Таймырскому Долгано-Ненецкому муниципальному району - 284,1 тыс. м<sup>3</sup>/сут, по Эвенкийскому муниципальному району - 17789,998 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

В целом обеспеченность ресурсами подземных вод довольно высокая, за исключением северной части Эвенкийского и Таймырского Долгано-Ненецкого муниципальных районов, где подземные воды находятся в замороженном состоянии.

По гидрогеологическим структурам и условиям формирования и накопления подземных вод в пределах территории Красноярского края выделяются гидрогеологические структуры I порядка: Западно-Сибирский, Тунгусский, Ангаро-Ленский артезианские бассейны, Енисейская и Саяно-Алтайская гидрогеологические складчатые области.

По состоянию на 01.01.2008 для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения на территории края разведано 76 утвержденных участков месторождений подземных вод (985,154 тыс. м<sup>3</sup>/сут), 13 участков с учтенными запасами (1232,985 тыс. м<sup>3</sup>/сут). Общее количество эксплуатационных запасов подземных вод - 2191,139 тыс. м<sup>3</sup>/сут, что составляет 2,15 % от величины их прогнозных ресурсов.

За 2007 г. количество месторождений пресных подземных вод на территории края увеличилось на 15, эксплуатационные запасы – на 92,142 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

В 2007 г. эксплуатировалось 45 участков месторождений. В пределах месторождений извлечено 732,4011 тыс. м<sup>3</sup>/сут, что составляет всего 33,43 % от их общего количества и 69,9 % от общего объема учтенных извлеченных подземных вод.

Степень разведанности прогнозных ресурсов на 01.01.2008 составила 2,15 %, степень их освоения - 0,72 %. Наибольшая степень освоения эксплуатационных запасов в гг. Красноярске, Железногорске, Минусинске, Норильске, Зеленогорске, в Шушенском, Емельяновском районах. На 01.01.2008 на территории края эксплуатируется 2500 подземных водозаборов, из них 36 имеют производительность более 36 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Территория Красноярского края обладает огромными ресурсами пресных и слабоминерализованных подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Обеспеченность прогнозными ресурсами подземных вод питьевого качества составляет 35,2 м<sup>3</sup>/сут на одного жителя. Подземные воды в крае используются повсеместно, но интенсивность их использования зависит, главным образом, от хозяйственной освоенности и степени гидрогеологической изученности территории. Наиболее широко используются подземные воды первых от поверхности водоносных горизонтов. Обеспечение населения водой питьевого качества в таких районах решается зачастую с применением специальных видов водоподготовки (хлорирование и др.) или сооружением водозаборных скважин для забора воды из более глубоких водоносных горизонтов.

На территории края учтено балансом 11 месторождений и один участок минеральных лечебно-столовых подземных вод с утвержденными запасами (Арапское, Кожановское, Нанжуйское, Тагарское, Канское, Лугавское, Солонечное, Учумское, Вальковское и др.).

Известно три месторождения некондиционных минеральных вод, запасы которых не оценивались из-за высокого содержания в водах нитратов: Кутужековское, Иланское, Суходольское. С целью добычи минеральных вод выдано 11 лицензий. В 2007 г. использовано минеральных подземных вод на санаторно-курортное лечение 0,113 тыс. м<sup>3</sup>/сут, на розлив и передачу - 0,15728 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Прироста эксплуатационных запасов минеральных подземных вод в 2007 г. не было.

Теплоэнергетические и промышленные подземные воды на территории Красноярского края в настоящее время практически не используются. Добыча промышленных рассолов для производства поваренной соли ведется на территории Троицкого соляного завода в Тасеевском районе в объеме 20 тыс. м<sup>3</sup>/год. Эксплуатационные запасы рассолов Троицкого месторождения утверждены в 2006 г. с постановкой на государственный баланс в количестве 0,1 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

#### *Загрязнение подземных вод Красноярского края*

Исследования состояния подземных вод в 2007 г. проводились в соответствии с Программой «Ведение государственного мониторинга состояния недр территории Сибирского федерального округа Российской Федерации» на 2005-2007 гг. На территории Красноярского края государственный мониторинг подземных вод осуществлял МУР ЭМР «ТЦ «Эвенкиягеомониторинг», при этом были использованы также материалы отчетов о ведении ГМСН на территориях Красноярского края, Таймырского и Эвенкийского муниципальных районов в 2007 г. о состоянии геологической среды, подготовленные территориальными центрами ГМСН.

С 2005 г. в соответствии с методом комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям вместо «индекса загрязненности воды» (ИЗВ) для комплексной оценки качества поверхностных вод введен расчет удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ). УКИЗВ — комплексный показатель, рассчитываемый для водных объектов по 14-15 загрязняющим веществам. Значение УКИЗВ может варьировать в

водах различной степени загрязненности от 1 до 16. Большому значению индекса соответствует худшее качество воды. Классификация качества воды по степени загрязненности осуществляется с учетом числа критических показателей загрязненности (КПЗ) и повторяемости случаев превышения ПДК. Значение КПЗ отражает устойчивую либо характерную загрязненность высокого (ВЗ) или экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ). Классификация качества воды, проведенная на основе значений УКИЗВ с учетом числа КПЗ, позволяет разделить поверхностные воды на 5 классов в зависимости от степени их загрязненности. 3-й и 4-й классы для более детальной оценки качества воды разбиты соответственно на два и четыре разряда (табл. 2).

Таблица 2. Категории качества воды на основании УКИЗВ

Класс и разряд	Характеристика состояния загрязненности воды	Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды без учета числа КПЗ					
		1	2	3	4	5	
1-й	Условно чистая	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
2-й	Слабо	1 - 2	0,9 - 1,8	0,8 - 1,6	0,7 - 1,4	0,6 - 1,2	0,5 - 1,0
3-й	Загрязненная	2 - 4	1,8 - 3,6	1,6 - 3,2	1,4 - 2,8	1,2 - 2,4	1,0 - 2,0
разряд	Загрязненная	2 - 3	1,8 - 2,7	1,6 - 2,4	1,4 - 2,1	1,2 - 1,8	1,0 - 1,5
разряд	Очень	3-4	2,7 - 3,6	2,4 - 3,2	2,1 - 2,8	1,8 - 2,4	1,5 - 2,0
4 -й	Грязная	4 - 11	3,6 - 9,9	3,2 - 8,8	2,8 - 7,7	2,4 - 6,6	2,0 - 5,5
разряд	Грязная	4 - 6	3,6 - 5,4	3,2 - 8	2,8 - 4,2	2,4 - 3,6	2,0 - 3,0
Разряд	Грязная	6 - 8	5,4 - 7,2	4,8 - 6,4	4,2 - 5,0	3,6 - 4,8	3,0 - 4,0
Разряд	Очень грязная	8 - 10	7,2 - 9,0	6,4 - 8,0	5,0 - 7,0	4,8 - 6,0	4,0 - 5,0
Разряд «г»	Очень грязная	8 - 11	9,0 - 9,9	8,0 - 8,8	7,0 - 7,7	6,0 - 6,6	5,0 - 5,5
	Экстремально грязная	11 и БОЛЕЕ	9,9 и более	8,8 и более	7,7 и более	6,6 и более	5,5 и более

Оценка изменения качественного состава подземных вод (ПВ) произведена по результатам лабораторных исследований проб воды, отобранных при ведении ГМСН, обследовании водозаборов, техногенных объектов, объектного мониторинга. Для установления характера воздействия на подземные воды техногенных факторов помимо определения традиционного комплекса показателей из отдельных скважин отбирались пробы воды на содержание органических примесей (нефтепродукты, фенолы), микрокомпонентов (РЬ, Cd, Al, Mn, Zn, F, Cu), встречающихся на данной территории в концентрациях, превышающих ПДК для питьевой воды.

Кроме этого, воды не соответствуют действующим нормативным требованиям, предъявляемым к питьевым водам, также и по природным показателям. В основном это превышение ПДК по жесткости, цветности, мутности, железу, окисляемости. Приведенные показатели являются приоритетными для данного региона, что обусловлено природно-геологическими факторами. Содержание прочих микроэлементов отмечается в ПВ крайне редко и, как правило, приурочено к аномальным зонам, связанным с рудными месторождениями.

В 2007 г. по результатам мониторинга подземных вод было установлено загрязнение подземных вод по 12 административным районам, г. Красноярску и Эвенкийскому МР. Значительная часть источников промышленного, сельскохозяйственного, бытового загрязнения подземных вод, как и прежде, находится в пределах гг. Красноярска, Канска, Ачинска, Емельяновского,

Шарыповского, Минусинского, Курагинского районов. Наиболее распространенными показателями загрязнения подземных вод являются нефтепродукты, железо общее, соединения азота, тяжелые металлы и др.

Всего в пределах края в 2007 г. выявлено и подтверждено 67 участков загрязнения подземных вод. Из них 63 участка с интенсивностью загрязнения от 1 до 10 ПДК, 3 участка - от 10 до 100 ПДК (в Северо-Енисейском, Курагинском и Абанском районах), 1 участок - выше 100 ПДК (в Курагинском районе). Участки загрязнения связаны, в основном, с промышленными (24), коммунально бытовыми (36) и сельскохозяйственными (5) объектами. Причинами загрязнения подземных вод служат также некондиционные природные воды (в Енисейском и Емельяновском районах).

Наибольшее число участков загрязнения подземных вод выявлено в Эвенкийском МР (23), Шарыповском (12) и Минусинском (9) районах.

Основные загрязняющие элементы - соединения азота, нефтепродукты, тяжелые металлы, превышение содержания общей радиоактивности и др. Из общего количества очагов загрязнения к участкам с чрезвычайно высоким (1-м) классом опасности загрязняющих веществ отнесен 1 (в Эвенкийском МР), к участкам с высоким (2-м) классом опасности отнесено 22, с опасным (3-м) - 30 участков.

Влияние источников загрязнения установлено как по скважинам государственной, территориальной и объектной наблюдательных сетей, так и по действующим водозаборам. Наибольшей интенсивности воздействия подвержен водоносный четвертичный комплекс в интенсивно освоенных районах. В районах развития горнодобывающей, химической, перерабатывающей промышленности наблюдается техногенное загрязнение азотистыми соединениями, нефтепродуктами, тяжелыми металлами. Повышение в подземных водах суммарной радиоактивности является природной аномалией.

По г. Красноярску устойчивое загрязнение подземных вод четвертичных отложений сохраняется в районе очистных сооружений, объектов металлургической, алюминиевой промышленности. В правобережной части города качественный состав грунтовых вод прямо зависит от технического состояния напорных канализационных коллекторов, теплосетей, действующих и законсервированных накопителей промышленных отходов. Устойчивое загрязнение подземных вод по-прежнему сохраняется на левобережье г. Красноярска в районе д. Коркино.

#### *Задания для самостоятельной работы студентов*

1. Пресные искусственные водоемы: водохранилища, пруды.
2. Понятие «болото» и происхождение болот Красноярского края.
3. Характеристика морей Красноярского края.

*Болото* - это избыточно увлажненный участок суши, имеющий слой торфа не менее 0,3 м; при меньшей мощности торфяных залежей участок называется не болотом, а заболоченной землей. Затрудненный газообмен способствует образованию кислых болотных почв и развитию болотного типа растительности. Различают низинные (эвтрофные) болота с осоково-моховым и крупнотравным покровом и верховые (олиготрофные) со сфагновым, кустарничково-сфагновым покровом. Древостои на болотах редки и низкорослы. Верховые болота характерны для тундровой и таежной зон (преимущественно для левобережья Енисея), низинные болота встречаются повсеместно, их много в южной тайге, подтайге и в лесостепи.



Рис. 6. Болота

Болота занимают обширные площади на Западно-Сибирской равнине и Северо-Сибирской низменности. Их значительно меньше на Средне-Сибирском плоскогорье и на юге края. В долинах рек и около озер возникают низинные болота, поросшие осокой, тростником, камышом, пушицей, а на водоразделах – верховые с моховым и мохово-травяным покровом.

Многие болота имеют мощный слой хорошего торфа, который может быть использован для удобрения полей и как подстилка для скота. В настоящее время большие площади низинных болот юга края и подтайги осушаются и используются как сельскохозяйственные угодья. Но болота имеют огромное значение в гидрологическом режиме рек, озер, оказывают влияние на грунтовые воды, на растительный и почвенный покров. Поэтому осушение болот должно основываться на строго научных данных, позволяющих предвидеть возможные изменения не только на месте осушения, но и как это отразится на прилегающих ландшафтах, грунтовых и артезианских водах.

*Моря.* Карское - окраинное море Северного Ледовитого океана у северных берегов Красноярского края, между островами Новая Земля, Земля Франца-Иосифа и архипелагом Северная Земля. Карское море получило свое название от ненецкого "карэ", что значит "торосистый лед". Море расположено преимущественно на шельфе; его площадь составляет 883 тыс. км<sup>2</sup>. Преобладающие глубины 30-100 м, максимальные — 600 м. Много островов. Карское море — одно из самых холодных морей России; только близ устьев рек летом температура воды превышает 0 °С (до 6 °С). Часты туманы и штормы. Большую часть года море покрыто льдами. Богато рыбой (сиг, голец, камбала). Главный порт — Диксон. Морские суда заходят в Енисей до портов Дудинка и Игарка.

Море Лаптевых (Сибирское) - окраинное море Северного Ледовитого океана у северных берегов Красноярского края, между полуостровом Таймыр и островами Северная Земля на западе и Новосибирскими на востоке. Его площадь составляет 662 тыс. км<sup>2</sup>. Преобладающие глубины - до 50 м, максимальная - 3 385 м. Крупные заливы: Хатангский, Оленекский, Буор-Хая. В западной части моря много островов. Впадают крупные реки Хатанга, Лена, Яна. Большую часть года море Лаптевых покрыто льдами. Здесь обитают морж, морской заяц, нерпа. Главный порт — Тикси. Море названо в честь отважных участников Великой Северной экспедиции *Харитона Лаптева*, руководившего исследованиями западнее устья Лены, и *Дмитрия Лаптева*, руководившего исследованиями восточнее устья Лены.

Карское море и море Лаптевых образуют большое количество заливов, в том числе такие крупные, как Енисейский, Пясинский, Таймырский, Хатангский. Эти моря

возникли в недавнем геологическом прошлом вследствие наступления (трансгрессии) вод Северного Ледовитого океана на сушу.

Многочисленные острова Карского и моря Лаптевых материкового происхождения. Море Лаптевых более глубокое, чем Карское. В Карском море глубина не превышает 620 м, а в море Лаптевых – достигает 2980 м. Более 65 процентов площади Карского моря и около 60 процентов моря Лаптевых имеют глубину около 100 м.

Впадающие в моря крупные реки обуславливают возникновение на них поверхностных течений, которыми выносятся из Карского моря до 260 куб. км льда в северном и северо-восточном направлениях и до 525 куб. км льда – из моря Лаптевых в восточном направлении.

Образование льда в морях начинается с конца сентября, а таяние – в июне. Поверхность морей большую часть года остается покрытой льдом. Поэтому движение судов по Северному морскому пути сильно затруднено.

Однако огромные возможности современного арктического транспорта успешно преодолевают эти трудности. Северная морская арктическая навигация стала в последние годы по существу круглогодичной.

Уровень воды в прибрежных частях изменяется в связи с нагоном и сгоном ее ветром, а также вследствие приливов и отливов, достигающих 2-3 м.

Моря имеют большое транспортное и промысловое значение. Особенно возрастает роль проходящего по ним Северного морского пути с развитием мощного ледокольного флота, работающего на атомной энергии.

#### Список литературы

1. Википедия // Подземные воды [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki>, свободный. -Загл. с экрана. -Яз. рус.

2. Информационно-аналитический центр "МИНЕРАЛ", 2012 // Экология Красноярского края, природные, биологические ресурсы [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://www.mineral.ru>, свободный. - Загл. с экрана. -Яз. рус.

3. Природа // Природные ресурсы Красноярского края [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://nature.krasn.ru/otchet\\_2005.php](http://nature.krasn.ru/otchet_2005.php), свободный. -Загл. с экрана. -Яз. рус.

4. Протон // Подземные воды: ресурсы, использование и задачи изучения [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://protown.ru>, свободный. -Загл. с экрана. - Яз. рус.

5. Регион 24// Озера Красноярского края и Хакасии [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://region24.net>, свободный. -Загл. с экрана. -Яз. рус.

6. Статейнов А. География Красноярского края. - Красноярск: Буква С, 2008.-192 с.

7. ЭКО-бюллетень ИнЭкА №3 (122), май-июнь 2007 года// [Электронный ресурс]/ С. Е. Скударнов, С. В. Куркатов, А. П. Михайлуц, Эколого-гигиеническая оценка хозяйственно-питьевого водопользования подземными водами в Красноярском крае. Режим доступа: <http://www.inesa.ru>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус.

## **Глава 3. Растительный покров и животный мир Красноярского края**

### **Лекция 1. Растительность и животный мир арктического побережья Красноярского края**

1. Общая характеристика растительного покрова и животного мира как компонентов экосистемы.
2. Закономерности распределения основных типов растительности на территории Красноярского края.
3. Растительность арктических пустынь.
4. Животные арктического побережья и полярных морей.

Растительный покров – важнейшая составная часть природного комплекса, главнейший элемент ландшафта. Он определяет общий облик местности, играет важнейшую роль в жизни природы и человека.

Растения, продуцируя первичное органическое вещество, накапливают энергию, которая обеспечивает существование биосферы в целом. Расселение растений на Земле характеризуется через описание растительных сообществ, или фитоценозов, и растительного покрова, или растительности.

Природный растительный покров, его внешний облик, состав растений любой территории определяются во многом особенностями местного климата – прежде всего температурой и количеством осадков. Очень важны такие показатели: продолжительность теплого сезона и условия водоснабжения. Особое значение имеет разнообразие почвенно-грунтовых условий и рельеф местности. Деятельность человека также служит фактором, влияющим на формирование растительности.

Территория Красноярского края неоднородна по экологическим условиям и поэтому расчленяется на значительное число разнообразных местообитаний, в каждом из которых образуется особый фитоценоз.

В условиях суши чётко проявляются климатические пояса, формирующие зональное распределение растительности, которая служит основой для зонального распределения животного населения, так как адаптация животных к различному диапазону изменения температур, влажности и освещённости, использование определённого набора пищевых объектов важны для существования каждого вида.

Водная среда, особенно океаническая, более однородна и менее изменчива в пространстве и во времени, чем наземная. Здесь распределение животных в первую очередь зависит от таких факторов среды, как давление, температура, наличие или отсутствие твёрдого субстрата, пригодного для обитания ползающих и сидячих организмов, освещённость и характер течений в каждом районе.

На территории края обитают около 90 видов млекопитающих, многие из них являются охотничье-промысловыми, например северный олень, лось, марал, косуля, кабарга, медведь, кабан, бобр, соболь, рысь, россомаха, волк, белки, заяц-беляк.

Орнитофауна края достаточно разнообразна и насчитывает 375 видов. Наибольший интерес представляют охотничьи птицы.

В жизни природных сообществ Красноярского края животные как фактор хозяйственно-экономического развития, компонент среды обитания играют заметную роль. Важнейшие положительные аспекты заключаются в осуществлении биологического круговорота, стабилизации протекающих в живой природе процессов, опылении растений и распространении семян многих видов. Наиболее значимые формы хозяйственного использования – рыболовство и охота. Главные

отрицательные аспекты деятельности животных – массовые повреждения древостоев, ущерб урожаю сельскохозяйственных культур. Ущерб животноводству приносят кровососущие насекомые, хищничество волков в отношении северного оленя. Для человека кровососущие беспозвоночные – главный фактор дискомфорта и источник серьезной опасности заражения клещевым энцефалитом. Бытовые синантропные животные (тараканы, мухи, грызуны) также могут быть источником распространения инфекционных заболеваний. В целом животный мир Красноярского края, расположенного в центре обширнейшего континента, почти лишён эндемических форм и характерен для умеренного пояса Азии.

Естественный растительный покров и животный мир Красноярского края, сформированные на протяжении длительной истории, являются важнейшим компонентом природных экосистем и биосферы в целом, изучение которого имеет определяющее значение в рациональном природопользовании и разрешении проблем охраны природы.

Растения в природе распределяются в соответствии с их экологическими потребностями и закономерно локализуются в подходящих для них местообитаниях. При этом в пределах одного местообитания поселяются особи разных видов, для которых условия оказываются благоприятными, располагаются сближенно друг с другом и влияют друг на друга. В результате формируется особая группировка взаимосвязанных растений – растительное сообщество, или фитоценоз.

Растительностью какой-либо территории называют совокупность растительных сообществ, встречающихся на данной территории. Для Красноярского края, например, это будут различные типы тундр, лесов, разнообразные варианты лугов, болот. Растительность нашей страны гораздо богаче и разнообразнее, она включает неизмеримо большее количество растительных сообществ.

Совокупность всех видов растений, населяющих определенную территорию, называется флорой. Флора физико-географических регионов является исторически сложившимся комплексом видов, флора административных районов выделяется искусственно с конкретными прикладными целями.

Область естественного распространения какого-либо вида на земной поверхности называют ареалом. Если ареал какого-либо вида невелик и данный вид встречается только в одном определенном районе, то такой вид называют эндемичным для соответствующего района. Особенно много эндемиков во флоре высоких поясов гор и пустынь. Среди растений большой интерес представляют так называемые реликты – древние виды, сохранившиеся до нашего времени с более или менее отдаленных от настоящего времени геологических эпох. Реликтовые растения представляют большую научную ценность, многие из них нуждаются в охране.

Природный растительный покров испытывает на себе большее или меньшее влияние человека. Особенно велико это влияние в густонаселенных районах и местах интенсивного промышленного освоения. Это в итоге приводит к резкому сокращению отдельных видов, но также и к появлению новых заносных видов, не свойственных данной местности. Число таких видов растений со временем все увеличивается. Некоторые из них хорошо приживаются и прочно удерживают свое место в растительном покрове.

Итак, в результате естественных процессов и деятельности человека флора любой местности со временем меняется: одни виды исчезают, другие появляются.

В естественном растительном покрове необходимо различать первичные, или коренные, растительные сообщества и вторичные, или производные. Первые возникли давно и вне зависимости от человека. Производные растительные сообщества имеют другое происхождение. Они обязаны своим появлением деятельности человека. Так возникают березняки на гарях и вырубках хвойных

лесов. Продолжительность существования таких сообществ обычно невелика. При благоприятных условиях они со временем сменяются коренными типами.

Растительный покров – это совокупность растительных сообществ, покрывающих какую-либо территорию. В отличие от флоры характеризуется не видовым составом растений, а главным образом сочетанием различных растительных сообществ, их пространственной структурой и динамикой, а также набором жизненных форм растений (деревья, кустарники, травы).

Распределение различных типов растительного покрова на территории Красноярского края имеет более или менее зональный характер и связано с распределением солнечной радиации и атмосферных осадков, что зависит от широты местности, абсолютной высоты, удаленности региона от океанов. Зональное распределение растительности проявляется на равнинах, в горах оно определяется вертикальной (высотной) поясностью. С особенностями среды связан характер растительности (структура, физиономичность, сезонная ритмика).

Растительность оказывает значительное воздействие на окружающую среду, создавая микроклимат, микрорельеф, закрепляя почву, заболачивая территорию и т.д. В различных классификациях растительности выделяют группы: по отношению к влаге — водную, мезофитную, ксерофитную, криофитную растительность; по формам роста (жизненным формам) — древесную, кустарниковую и т.д. Растительность суши представлена несколькими десятками типов растительного покрова, которыми характеризуются основные зональные подразделения (тайга, тундра, степь и т.д.).

Даже беглое знакомство с природой показывает, что виды растений в большинстве случаев произрастают не изолированно друг от друга, а совместно, образуя более или менее сомкнутые группировки. При этом по территории виды распространены неравномерно и не случайно, а в соответствии с их экологическими потребностями локализуются по определенным местообитаниям. В результате в каждом конкретном местообитании формируется группировка совместно произрастающих растений, которая характеризуется определенным видовым составом и строением. Такая группировка растений называется растительным сообществом, или фитоценозом.

Природные зоны Красноярского края представлены широким спектром комплексов, сменяющих друг друга при меридиональном перемещении с севера на юг от полярных пустынь до степей.

*Арктические пустыни* (холодные и ледяные) относятся к зональному типу ландшафта с очень разреженной растительностью. Они образуются в крайне суровых условиях, исключающих в силу физиологической сухости и низких температур воздуха возможность развития сомкнутого растительного покрова и связанного с ним образования почв. Преобладают лишайники и мхи. Существенную роль в продукции органического вещества играют одноклеточные водоросли. Высшие растения представлены отдельными экземплярами, дерновинками и лишь изредка небольшими лужайками.

В Красноярском крае находятся единственные в мире материковые полярные пустыни на мысе Челюскин (77°43' с. ш.). Климатические показатели очень суровы – сходны с островами Ледовитого океана: средняя температура в июле-августе 0,8 – 1,5 °С. Морозы достигают минус 50 °С. Средняя температура самого холодного месяца (января) 25-30 °С ниже нуля. Снега выпадает мало, постоянные ветры сдувают и уплотняют его, поэтому земля сильно промерзает. Лето короткое, холодное, пасмурное, с частыми туманами. Средняя температура июля ниже 5 °С тепла (летом температура редко поднимается выше 10 °С). Хотя солнце в течение нескольких летних месяцев не заходит (полярный день); из-за своего низкого положения над горизонтом, пасмурной погоды и туманов оно слабо нагревает

землю, которая протаивает лишь на небольшую глубину. В области арктических пустынь широко распространены вечные снега и ледники. Большие площади заняты здесь обнаженными породами — скалами, каменистыми россыпями, песками и щебнем.

Высшие растения поселяются в трещинах скал, где накапливается мелкозем, а сами скалы бывают покрыты лишайниками. На каменистых россыпях образуется несомкнутый на 70-95 % от общей площади лишайниковый покров (описаны 52 вида), мхов мало (от 5 до 12 видов), а среди них можно встретить папоротникообразные и цветковые растения. Из 57 встречающихся видов постоянно участвуют только 10, не создавая ярусов: лисохвост альпийский, мак полярный, крупки, камнеломки и т.д. Они образуют подушечные и плотнорозеточные формы малых размеров, диаметром около 5 см и высотой 2 см, цветоносы не выступают над растением. Жизнь сосредоточена в приземном слое — в трещинах толщина мхов возрастает до 5 см, приобретая обратнопирамидальную форму. Глинистые грунты обычно насыщены водой и при промерзании трескаются и выпучиваются; при этом из них на поверхность поднимаются камни. Растрескивание происходит по ломаным линиям, благодаря чему образуются многогранные участки — полигоны — до 1-2 м в поперечнике. Эти участки остаются голыми, а цветковые растения селятся лишь по трещинам на границах полигонов, образуя сложный узор на фоне открытого грунта.

Обычно в арктических пустынях цветковые растения не создают сплошного покрова, а только бордюры — полигонально-сетчатые и куртинно-подушечные дернины. Наблюдается миниатюризация, что повышает адаптивные возможности растений к низким температурам. Фитоценологически затруднено выделение сообществ: подушки удерживают снежный покров, создают лишайниковые микрогруппировки. Так, для полярных пустынь характерна утрата доминирующей роли цветковых, в том числе кустарничков: ив и дриад.

Животные полярных пустынь (кроме птиц и млекопитающих) относятся к двум категориям: 1) виды со специальными приспособлениями к развитию в жестких температурных условиях в краткие сроки и 2) виды с очень широкой амплитудой приспособлений — эвритофы и убиквисты. Беспозвоночные имеют сильно обедненный систематический состав, сохраняясь только в единичных группах наземных животных, с абсолютным преобладанием миниатюрных форм. Для них характерна слабая биотическая приуроченность, то есть встречаются во всех типах ландшафтов с подходящими условиями обитания в верхнепочвенном и напочвенном горизонтах (без вертикальной дифференциации). Глубина оттаивания грунта в теплый период не превышает 40 см, поэтому нет дождевых червей, комаров-долгоножек, пауков и жуков, перепончатокрылых и бабочек. Из птиц отмечены белая чайка, морской песочник, моёвка или трёхпалая чайка, полярная крачка, толстоклювая кайра, поморники, краснозобая казарка, белая трясогузка, чистики, пуночка, лапландский подорожник и некоторые другие мигрирующие виды. Все они используют сушу главным образом для размножения. И их пребывание здесь носит сезонный характер.

Млекопитающие представлены двумя видами леммингов (сибирский и копытный), хищниками: волком, песцом, белым медведем, горностаем. Периодически заходит акклиматизированный овцебык и дикий северный олень. Из морских млекопитающих отмечены: морж (лаптевский подвид), нарвал (морской единорог), дельфин-белуха, нерпа и лахтак (морской заяц), гренландский тюлень — их неравномерное территориальное распределение на лежбищах является особенностью этой зоны.

## Лекция 2. Тайга

1. Границы и особенности подзон Красноярской тайги: северной, средней и южной.
2. Типичные растительные сообщества и доминирующие лесообразующие виды.
3. Животные таежных лесов.
4. Приспособления животных к условиям обитания.

Тайгой называют зону хвойных лесов умеренного пояса Евразии, сложившуюся в условиях относительно короткого безморозного периода, холодных зим с устойчивым снежным покровом, количеством осадков не менее 250 мм. Хвойные леса России образованы разными видами ели, пихты, сосны и лиственницы. Ель, пихта и сибирский кедр (сибирская кедровая сосна), так называемые темнохвойные породы, обычно образуют густые тенистые леса. Лиственница же и обыкновенная сосна — породы светлохвойные, леса из них пропускают под полог много света. Леса из темнохвойных пород растут только в условиях достаточной влажности почвы и воздуха, поэтому в районах с резко континентальным климатом они приурочены к долинам рек и склонам гор, где влажность выше, чем на водоразделах. К тому же темнохвойные породы требуют для нормального роста богатых почв и встречаются преимущественно на глинах и суглинках. Сухие бесплодные пески и бедные супеси, заболоченные пространства и выходы скал, как правило, покрыты сосновыми и лиственничными лесами (светлохвойными).

В связи с разнообразием климата и почвенно-грунтовых условий в пределах зоны таежные леса неоднородны по своей структуре и по составу древесных пород и кустарников. Наиболее типичны они в средней части зоны. На севере зоны произрастают редкостойные леса, на юге же они в большинстве случаев сильно нарушены хозяйственной деятельностью, или вырублены и замещены сельскохозяйственными угодьями, или, наконец, сменились мелколиственными лесами. Состав травянистых растений и кустарничков в разных частях зоны различен. У северных и южных пределов тайги в нее проникают растения из смежных зон; кроме того, разные части зоны тайги испытывают флористическое влияние соответствующих областей. Однако существует большая группа растений, встречающихся почти по всей таежной зоне.

Наземный покров таежных лесов в большой степени зависит от почвенных условий и рельефа. На сухих бесплодных почвах обычно распространены леса со сплошным покровом из лишайников (беломошники), на умеренно влажных бедных почвах — леса со сплошным покровом из зеленых мхов (зеленомошники), на более богатых почвах развиваются разнотравные, сложные леса с разнообразным подлеском и травостоем. На заболоченных местообитаниях встречаются леса с наземным покровом либо из кукушкина льна (долгомшники), либо из сфагнума (сфагновые); наконец, по берегам ручьев и по логам распространены леса с покровом из влаголюбивого крупнотравья (болотно-травяные или приручьевые леса).

На территории Красноярского края выделяют с севера на юг подзоны северной, средней и южной тайги. Более благоприятные по сочетанию температур и влаги юго-западные районы занимают темнохвойные леса (ель, пихта, кедр), а светлохвойные (лиственница сибирская и лиственница Гмелина) приурочены к регионам с более континентальным климатом и мерзлотными грунтами.

Западная часть *северной тайги* покрывает приенисейскую часть Западно-Сибирской низменности, а восточная — Среднесибирское плоскогорье. На

правобережье Енисея граница северной подзоны тайги проходит по уступу Среднесибирского плоскогорья к Северо-Сибирской низменности.

Большая часть северной тайги относится к Эвенкийскому округу. По долготе она охватывает весь Красноярский край. Западная часть северной тайги простирается с 65° по 67° с. ш., а восточная – с 63° до 72° с. ш.

Большая часть северной тайги относится к зоне высокой суровости климата. В подзоне северной тайги на западе, в приенисейской тайге средние годовые температуры воздуха минус 7°С, а на востоке на Среднесибирском плоскогорье минус 9,5 °С. Соответственно, абсолютные минимальные температуры минус 61 и минус 67 °С, а максимальные 34 и 35 °С. Среднемесячные температуры января: на западе минус 28°С, на востоке минус 36 °С, июля: 12 °С. Продолжительность безморозного периода в северной тайге 89-76 дней. Атмосферных осадков выпадает 482-322 мм. Как видим, континентальность климата в северной тайге возрастает с запада на восток.

В зоне тайги большое разнообразие почв. В западной части сибирской тайги почвы подзолистые, болотные. В восточной части почвы мерзлотные и кислые неоподзоленные. В горной области Путорана горные мерзлотно-таежные карбонатные и кислые горно-тундровые почвы. В остальной части северной подзоны тайги почвы глееподзолистые, глеево-мерзлотно-таежные, дерново-болотные, торфяно-болотные.

По растительности западно-сибирская тайга Красноярского края темнохвойная, елово-пихтово-кедровая с обширными площадями болот и заболоченных лесов, а восточно-сибирская - светлохвойная лиственничная с сосной.

В северной подзоне левобережья Енисея характерен редкостойный лиственничный лес со слабым подростом, в травяно-кустарничковом ярусе преобладает водяника, брусника, багульник, голубика. Торфяные плоскобугристые и крупнобугристые болота, а на берегах рек редкостойные лиственничные леса с примесью березы и осины и заболоченные лиственнично-кедрово-еловые леса, заросли ив и ольхи.

В северной тайге Красноярского края выделяются следующие ландшафтно-растительные комплексы:

Западно-сибирский (запад северной тайги). Наблюдается отсутствие видов темнохвойных пород и распространение светлохвойных (сформировался 5-6 тыс. лет назад).

Среднесибирский (восток северной тайги). Наблюдается отсутствие видов темнохвойных пород и распространение безлесных заболоченных пространств (формирование началось 9-10 тыс. лет назад, в настоящее время распространяется на водоразделы).

Енисейский кряж (юго-запад северной тайги). Наблюдается расширение ареала темнохвойных пород: пихты и ели в лесах юго-восточной окраины Енисейского кряжа, исчезновение видов темнохвойных пород и распространение светлохвойных, сокращение древесных пород и распространение безлесных заболоченных пространств, в настоящее время распространяется на водоразделы.

*Лиственница Гмелина (даурская)* — приспособившееся к самым суровым условиям произрастания очень выносливое дерево. В горах растёт до верхних пределов произрастания леса, принимая низкорослую или стланиковую форму. Растёт в пониженных местах, на заболоченных и торфянистых марях, в районах неглубокого залегания вечной мерзлоты, на каменистых горных склонах.

В тяжёлых условиях произрастания, где отсутствуют конкурирующие породы, обычно образует чистые насаждения низких (IV—V) бонитетов. В благоприятных условиях растёт вместе с елью, сосной, берёзой и другими деревьями.

Молодые побеги светлые, розоватые или охристо-соломенные, рассеянно-волосистые. Кора ствола красноватая или серовато-бурая, толстая, с глубокими трещинами в нижней части старых стволов. Хвоя ярко-зелёная, длиной 15 — 30 мм, узколинейная, мягкая, на укороченных побегах в пучках по 25 — 40 штук. Шишки длиной 15 — 30 мм, овальные или яйцевидные. На мелких шишках 20 — 25 чешуй в 4 ряда, на крупных шишках 40 — 50 чешуй в 6 рядов. Семенные чешуи длиной 1—1,2 см, шириной 0,8—1 см. Семена созревают в августе — сентябре и в сухую погоду массово высыпаются из раскрывшихся шишек, когда семенные чешуи шишек отклоняются от стержней под углом 40 — 50°.

*Средняя тайга* находится частично в Туруханском и Енисейском административных районах. Южная граница подзоны проходит севернее 59-й параллели, а северная достигает 64-й. Граница западной и восточной части соответственно достигают 84-го и 96-го меридианов.

Территория средней тайги располагается в зоне средней и высокой суровости климата. Средняя многолетняя температура января от минус 27 до минус 30 °С, число дней в году со средней суточной температурой воздуха ниже минус 30 °С до 60 дней; средний из абсолютных годовых минимумов температуры воздуха от минус 48 до минус 50 °С. Циклонический и антициклонический типы климата (значительная повторяемость ясных дней с резкими перепадами температуры воздуха). Абсолютная минимальная минус 61 и минус 62 °С, а максимальная 34, 39 °С. Продолжительность безморозного периода в средней тайге достигает 67- 88 дней. В левобережье Енисея среднегодовое количество осадков 400-800 мм. В правобережье — от 800 до 1500 мм.

Вегетационный период растений длится около 130 дней. Среднее количество часов солнечного сияния в январе более 30, в июле 280 - 320, в год 1600-1800. По степени обеспеченности растений теплом зона средней тайги относится к умеренно холодному и очень холодному району.

Многолетняя мерзлота в подзоне средней тайги имеет островной характер. Континентальность климата возрастает с запада на восток. Рельеф зоны тайги имеет разнообразные характеристики. Структурно денудационные равнины и плато от 100 до 200 м, увалисто-холмистого ступенчатого характера на горизонтально лежащих осадочных породах, местами интродуцированные траппами. Плосковолнистые и водно-ледниковые аккумулятивные равнины. Денудационные пенемены плоскоувалистые на складчатом основании с разной степенью проявления в рельефе структурных форм. Характерны также горы и нагорья, достигающие 1000 м, на складчатом основании с узкими гребнями хребтов. Наибольшие высоты рельефа достигают 291 м. Речные долины плоско-волнистого характера аллювиально-террасированные.

Большое разнообразие почв. Обширные площади заняты болотами и торфяниками. При этом в левобережье Енисея большое распространение имеют почвы болотного и подзолистого типа (болотно-мерзлотные, глеево-таёжные оподзоленные, глеево-таёжные и подзолисто-дерновые), а в правобережье — мерзлотно-таёжные, кислые, оподзоленные, горные мерзлотно-таёжные. В левобережье избыточное увлажнение и заболоченность почв, длительная сезонная мерзлота, водная эрозия на скалах с нарушенным растительным покровом. В правобережье то же с добавлением загрязнения водоёмов и разрушением почв и растительного покрова.

Средняя тайга занимает большую площадь территории края. В этой подзоне на легких песчаных почвах расположены сосновые леса (боры-беломошники, боры-

зеленомошники), а на суглинистых почвах -- кедрово-еловая, кедрово-елово-пихтовая тайга, с густым покровом мха, грушанок, кислицы. Места вырубок и пожаров заняты вторичными лесами из берёзы и осины. На водоразделах и долинах рек располагаются обширные площади болот.

Подзона средней тайги состоит из соснового, лиственничного леса, при этом лиственничники характерны для северной и восточной части, а сосновые леса — для Приангарья. Долины рек заняты еловыми и елово-пихтовыми лесами, а склоны Енисейского кряжа — темнохвойными, пихтовыми и пихтово-еловыми. В подлеске можжевельник сибирский, ивы, кустарнички (голубика) и травы (мытник, майник двулистный). В левобережье Енисея наблюдается отступление видов темнохвойных пород и распространение безлесных заболоченных пространств. В настоящее время этот процесс распространяется на водоразделы.

*Лиственница сибирская* — дерево высотой до 30—40 м и диаметром ствола 80—100 (до 180) см. Крона молодых деревьев пирамидальная, позже становится овально-округлой. Кора на старых стволах толстая, с продольными трещинами, глубокобороздчатая; на молодых — гладкая, светло-соломенного цвета.

Вершинные почки ширококонические, боковые — полушаровидные, желтовато-бурые. Хвоя мягкая, узколинейная, длиной 13—45 мм, шириной до 1,6 мм, с туповатой верхушкой, светло-зелёная, с сизоватым налётом, собрана по 25—50 штук в пучке. Осенью, как и у других видов лиственницы, опадает.

Мужские колоски (микростробилы) одиночные, шаровидной или овальной формы, бледно-жёлтого цвета, диаметром 5—6 мм, расположены на концах укороченных побегов; женские — широкояйцевидные конические, длиной 10—15 мм, пурпурные или розовые, реже бледно-зелёные или беловатые. Опыление происходит в мае.

Шишки яйцевидные или продолговато-овальные, сначала пурпурного, затем светло-бурого или светло-жёлтого цвета, длиной 2—4 см, шириной 2—3 см, состоят из 22—38 чешуек, расположенных в 5—7 рядов. Семенные чешуи длиной 13—20 мм, шириной 10—15 мм, с ровным краем, округлые или яйцевидные, снаружи с густым бархатистым опушением из рыжих волосков. Кроющие чешуи кожистые, скрыты между семенными. Шишки висят на дереве после того, как семена выпадут, ещё 2—3 года, затем опадают, но не рассыпаются.

Семена косообратнояйцевидные, мелкие, длиной 2—5 мм, шириной 3—4 мм, желтоватые, с тёмными полосками и крапинками; крыло длиной 8—17 мм, шириной 4—6 мм, с одной стороны почти прямолинейное, с другой — полого-закруглённое. В 1 кг 94—147 тыс. семян, вес 1000 семян — 9,5 (5,3—14,1) г. Семенные годы через 2—3 года; в северных районах реже.

*Южная тайга* простирается от устья Дубчеса до широты г. Енисейска, занимая правобережную часть бассейна Каса, бассейн Сочура, долину Енисея и междуречье Енисея и Большого Каса, и целиком лежит за пределами оледенений. Она входит в Ярцевский и Енисейский административный районы.

Южная граница тайги в силу наличия более расчлененного рельефа и воздействия на тайгу человека при его хозяйственной деятельности имеет сложные контуры, извиваясь около 56° 30' с. ш. до р. Большой Улуй. Восточнее этой реки граница выходит к железнодорожной магистрали на южную границу Западной Сибири. Здесь, в бассейне Кемчуга, низинная тайга сливается с горной. Провинциальный характер Приенисейской тайги обуславливается не только рельефом, но и положением ее на востоке, на стыке со Средне-Сибирской и Алтае-Саянской странами.

Рельеф южной тайги возник в результате аккумулятивной деятельности вод и последующей эрозии. Значительные площади в правобережной части Каса и

бассейна Сочура сложены зандровыми песками и суглинками и имеют плоскохолмистый или пологоволнистый рельеф. Наивысшие точки подзоны связаны с Обь-Енисейским водоразделом и достигают 200-228 м. Енисейский склон междуречного пространства пересечен больше чем обский. Речные долины притоков Енисея врезаны на глубину 60-70 м, на их склонах прослеживается несколько (обычно три) террас и пойма. Так, в долине Кети описаны три террасы с уровнями 12-15, 20 и 25-27 м. Своими размерами выделяется в подзоне долина Енисея. Она имеет асимметричное строение: крутой высокий правый склон и низменный – левый. На склонах Енисейской долины различают несколько террас и уровней поймы. Последняя здесь характеризуется тремя уровнями с высотами над урезом в межень 4-5, 6-8 и 10-12 м. Террасы возвышаются над рекой на 17-19, 23-26, 45-50 и 70-80 м. При этом правобережные террасы имеют небольшую мощность аллювия и высоко приподнятые цоколи, а левобережные являются аккумулятивными. Ширина долины неодинакова. В местах близкого залегания кристаллических пород фундамента долина резко сужается (до 5-8 км), а в других местах расширяется на несколько десятков километров. В строении енисейского аллювия принимают участие суглинки, пески, галечники. Как на междуречьях, так и в долинах местами выходят на поверхность верхние меловые пески, не вносящие, однако, заметного изменения в ландшафты.

Изменения климата тайги происходят с севера на юг и с запада на восток. В подзоне южной тайги средняя температура воздуха в январе минус 22 °С, а в июле 17-18 °С. Среднегодовые минус 1,9 и минус 1,8 °С, абсолютные минимальные температуры минус 59 и минус 58 °С, а максимальные 37 и 38 °С. Продолжительность безморозного периода в южной тайге 103-110 дней. Атмосферных осадков выпадает 360-460 мм.

Почвы дерново-подзолистые мерзлотные; на легких почвообразующих породах – сильно подзолистые; на карбонатных породах развиты дерново-карбонатные почвы, а на продуктах выветривания траппов – дерново-лесные. Наибольшее сельскохозяйственное и лесохозяйственное значение имеют дерново-лесные и дерново-подзолистые почвы, обладающие достаточно высоким запасом элементов пищи и благоприятными водно-воздушными свойствами. Однако при использовании их под сельское хозяйство необходимо улучшать термический режим, вносить органические и минеральные удобрения, а также подбирать для выращивания скороспелые морозоустойчивые сорта сельскохозяйственных культур.

Территория подзоны покрыта темнохвойными травяными лесами. Довольно много сфагновых болот, а также болот рямового типа. Широко распространены еловые насаждения, разбросанные небольшими массивами по всей территории. В юго-западной части подзоны преобладают пихтовые леса. Вдоль верхнего и среднего Сочура, а также в верховьях Большого Каса и на междуречье Каса и Енисея выделяются большие массивы кедровой тайги. В юго-восточной части подзоны доминируют вторичные березовые и осиновые леса, а севернее их – сосновые. Сосняки северо-восточной части подзоны южной тайги известны под названием «высокие боры». Они занимают промытые пески, связанные с тальными водами так называемого Северо-Енисейского ледника, располагавшегося во время максимального оледенения в северной части Енисейского кряжа.

Основная левобережная часть южной тайги Енисейского района Красноярского края согласно ботанико-географическому районированию Л.В. Шумиловой (1962) находится в Кемско-Кемчугском округе Приенисейской провинции на северной окраине приподнятой предгорной равнины Алтае-Саянской горной системы, что обуславливает отсутствие болот на водоразделах. Болота главным образом приурочены к притеррасной части высокой поймы Енисея и выражены массивами травяных осоково-хвощовых и осоково-вейниковых болот.

Коренные массивы темнохвойной тайги и сосновых лесов сохранились на небольших площадях. В окрестностях городов Лесосибирска и Енисейска господствуют производные смешанные леса и высокоствольные березняки, разбросанные среди густотравных лугов и пашен. В долине Енисея – пойменные луга, кустарниковые и тополевые леса. По долинам ручьев и речушек – ельники.

Своеобразие растительного покрова окрестностей г. Енисейска определяется слабовсхолмленным рельефом, когда на фоне общей приподнятости территории отмечается значительная заболоченность террасы Енисея: в долине нижнего течения Кеми и прилегающей части долины Енисея попадаются глубокие сфагновые болота, образованные на месте постепенно зарастающих озер. Водораздельные плато с лучшим дренажом и серыми лесными почвами заняты березово-сосновыми лесами, в травяном покрове которых отсутствует орляк, при спуске к нижним надлуговым террасам на дерново-подзолистых почвах появляется этот характерный представитель лесных ценозов.

Среди сосняков преобладают лишайниковые боры на песчаных грядках и холмах. Вниз по склонам и на равнинных участках они сменяются долгомошниковыми, а в понижениях между холмами развиваются сфагновые болота с угнетенной сосной и березой. В пойме Енисея встречаются заросли кустарников и высоких трав (до 80-90 см). Основу травяного покрова лугов составляют овсяница, тимофеевка, ежа, пырей, полевица, щучка, поповник, тысячелистник, тмин, лютик, хвощ, клевер и др. На нижних террасах долины много темнохвойных: кедрово-елово-пихтовых насаждений. Верхние террасы покрыты сосновыми лесами.

*Сосна сибирская (кедр)*. Это дерево представляет собой один из видов сосны, и назвать его кедром с ботанической точки зрения неправильно. Сосна сибирская по многим своим особенностям отличается от сосны обыкновенной. Хвоинки её собраны в пучки по пять, семена крупные, не имеющие крылышка, похожие на орешки (их обычно называют кедровыми орешками). Зрелые шишки сибирской сосны большие, тяжелые. Они опадают с дерева целиком, вместе с семенами, чешуи шишек всегда плотно прижаты друг к другу. Осенью под деревом можно найти целую россыпь опавших шишек.

Семена сибирской сосны распространяются не ветром, а некоторыми пернатыми и четвероногими обитателями леса (кедровка, бурундук и др.), которые питаются этими семенами и делают запасы. Особенно много семян разносит по лесу птица кедровка, причем она растаскивает целые шишки и затем где-то «потрошит» их. Всходы сибирской сосны нередко появляются очень далеко от материнского дерева. По своему строению они похожи на всходы сосны обыкновенной, но в несколько раз крупнее их по размерам.

Сосна сибирская – теневыносливое дерево. Этим она тоже отличается от сосны обыкновенной. Крона её густая, плотная. А в лесу из-за этой сосны очень темно – почти как в ельнике. Кора сибирской сосны довольно тонкая, плохо защищающая от огня. Даже взрослые крупные деревья страдают от низовых пожаров в лесу.

Сибирская сосна хорошо выносит сильные морозы, поздние весенние заморозки, резкие колебания температуры. Мало требовательна она и к почвенным условиям (может расти на сухих песках, на сфагновых болотах). Это дерево в диком состоянии встречается главным образом в Сибири.

Сосна сибирская имеет значение, прежде всего, как поставщик орехов – ценного пищевого продукта. Заготовка кедровых орехов во многих районах Сибири составляет важный промысел и дает большой экономический эффект. Древесина сибирской сосны отличается высоким качеством.

*Ель сибирская* — крупное дерево с узкопирамидальной или пирамидальной кроной, в свободном стоянии начинающейся от поверхности почвы. Некоторые

деревья достигают 30 м в высоту, диаметр ствола крупных деревьев бывает 70 см. Рост деревьев в высоту меняется с возрастом и напрямую зависит от освещённости. В природе встречается от севера Скандинавии через северо-восточные районы европейской части России, Урал, Сибирь (кроме тундры) до побережья Охотского моря, Северной Монголии и Китая. Дерево высотой до 30 м, диаметром ствола до 1 м. Крона конусовидная. Живет до 400 лет. Отличается от близкой ей европейской ели более мелкими шишками, цельнокрайними чешуями и большей холодостойкостью. Некоторые ботаники считают ее формой ели европейской.

Хвоя четырехгранная, жесткая и острая, длиной 0,7-2,5 см, толщиной 1-2 мм, темно-зеленая, блестящая. Есть природная форма с голубой хвоей. Шишки веретеновидные или цилиндрические, длиной 5-8 см, при созревании становятся светло-бурыми или красновато-бурыми и свисают вниз на концах ветвей обычно в верхней части кроны. Шишки созревают осенью. Корневая система поверхностная. Морозостойкая, но молодые побеги нередко подмерзают при поздних весенних заморозках, отчего кроны становятся многовершинными. Теневынослива, хорошо растет на свежих увлажненных суглинистых и плодородных супесчаных почвах, переувлажнение почвы переносит плохо.

Хвоя у сибирской ели короче, чем у европейской, и колючая; шишки намного меньше, семена созревают к концу сентября в год опыления и не всегда уходят от ранних сентябрьских заморозков. Семеношение у деревьев начинается в зависимости от местоположения с 15—50 лет, урожайные годы повторяются с интервалом в 3—5 лет, в промежутках между ними ель семян практически не даёт

*Пихта сибирская* — хвойное вечнозеленое дерево семейства сосновых, высотой до 30 м, с темно-серой гладкой, не растрескивающейся корой и узкопирамидальной кроной, несущей ветви от самого низа. Молодые ветви цилиндрические, без продольных рубчиков, усажены толстыми и короткими буроватыми волосками. Листья очередные, плоские, узколинейные, с тупым неглубоко выемчатым или закругленным кончиком, темно-зеленые, блестящие, мягкие, длиной 1,5—5 см и шириной 1 — 1,7 мм. Мужские стробилы (шишки) скучены на концах ветвей, овальные, желтоватые, длиной 5—7 мм и шириной 3—5 мм. Женские шишки сидят по одной на верхней стороне ветвей, вблизи их концов, продолговато-овальные, зеленоватые, длиной 10—18 мм и шириной 6—8 мм. Наружные (кроющие) чешуи их голые, почти округлые, по краям мелко зазубренные, переходящие в ланцетовидную верхушку. Внутренние (семенные) чешуи меньше наружных, почти почковидные, цельнокрайние, мясистые; при созревании семян они перерастают наружные чешуи и становятся жесткими, кожистыми. Семена длиной до 7 мм, слегка пушистые, с клиновидной или обратнойцевидной летучкой.

Пыльца созревает и рассеивается в мае — июне. Семена созревают в августе — сентябре. В качестве сырья для получения пихтового эфирного масла используют пихтовую лапку (хвою и молодые ветви пихты сибирской). Компоненты эфирного пихтового масла служат сырьем для получения синтетической медицинской камфоры. Из живицы пихты получают пихтовый бальзам.

*Сосновые леса* покрывают большие площади по обоим берегам Енисея: они занимают Приангарское и Заангарское плато, а также часть Енисейской равнины от р. Дубчес до р. Сым.

Климат разных районов сосновых лесов имеет ряд особенностей. Одна из наиболее важных — то, что средняя температура самого теплого месяца года (июля) 16 - 18 °С, а самого холодного месяца года (января) минус 24 °С. Эти районы характеризуются также достаточной влажностью: количество выпадающих осадков превышает испарение.

Почвы под сосновыми лесами подзолистые и дерново-подзолистые. На стенке почвенного разреза обычно можно наблюдать хорошо выраженные признаки

оподзоленности в виде сплошного слоя белесого цвета (в сухом состоянии он напоминает по цвету золу).

Сосны встречаются в северной и средней тайге в Ангаро-Туруханском районе. Широко распространены в южных лесных и горно-лесных районах. Всего известны 95 местонахождений.

Сосновый лес – совершенно своеобразное растительное сообщество. Кроны сосен сравнительно рыхлые, ажурные, они пропускают много света. Поэтому в сосновом лесу нет сильного затенения, растения нижних ярусов довольно хорошо освещены. Здесь не только гораздо светлее, чем в ельнике, но обычно и суше. Под пологом сосны в разных почвенных условиях господствуют различные растения. На очень сухих и бедных песчаных почвах под деревьями расстилается сплошной белый ковёр лишайников. На почвах влажных, но бедных развиваются густые заросли черники. Там, где почва не слишком сухая, но и не чрезмерно влажная, где достаточно много питательных веществ, в массе разрастается кислица. Типы сосновых лесов во многом повторяют типы ельников (есть сосняки-черничники, сосняки-кисличники, сосняки-долгомошники и т.д.). На почве в сосняках часто бывает сплошной моховой ковёр, на фоне его развиваются почти те же травы и кустарнички, что и в ельниках, – черника, брусника, грушанки, плауны. Мхи в сосновом лесу почти те же, что и в еловом.

Сильнее всего отличаются от ельников те типы сосняков, которые развиваются на особенно сухих и бедных почвах. Сосна здесь довольно низкая, угнетенная, деревья стоят редко, в лесу много света. В таких сосняках распространены и особые растения, не свойственные ельникам. Тут встречается, например, вереск — невысокий кустарник, в конце лета привлекающий внимание красивой розово-сиреневой окраской своих цветков (они очень маленькие, но многочисленные). Из травянистых растений, характерных для сухих сосняков, можно назвать кошачью лапку – небольшую травку с сизоватыми серебристыми листьями. На одних экземплярах этого растения мелкие соцветия – корзинки — имеют белую окраску, а на других — тёмно-розовую. На поверхности почвы в сухих сосняках нередко развивается белый покров лишайников, образованный различными видами «коленьего мха». Это особый тип леса – лишайниковый бор.

*Сосна обыкновенная.* Сосна – одна из самых распространенных древесных пород в нашей стране. Это дерево очень неприхотливо к почве: сосну можно встретить на сухих песках и на моховых болотах, на голых меловых склонах и на гранитных скалах. Но зато в отношении света сосна очень требовательна. Она совершенно не выносит затенения. Это одна из наших самых светолюбивых древесных пород.

Семена сосны похожи по внешнему виду на семена ели. Но отличить те и другие нетрудно, надо только посмотреть, каким образом прикрепляется семя к крылышку. У сосны семя зажато между двумя отростками крылышка, словно охвачено с боков щипчиками. У ели способ прикрепления совершенно другой – семя лежит в углублении крылышка, как слива в столовой ложке.

Выглядят проростки сосны очень своеобразно, когда они только что появились из семени. Это маленькие растеньица, у которых стебелёк короче спички и не толще обыкновенной швейной иглы. На верхушке стебелька – пучок лучеобразно расходящихся во все стороны очень тонких иголочек-семядолей. Их у сосны не одна и не две, как у цветковых растений, а гораздо больше – 4 – 7. Проросток сосны имеет настолько своеобразный вид, что многие, увидев его, наверняка затруднятся сказать, какое это растение.

Сосна — красивое дерево. Ствол её покрыт в верхней части тонкой оранжевой корой, придающей дереву своеобразную привлекательность. Однако в нижней части кора толстая и ствол имеет серо-коричневый оттенок. Кора большой толщины имеет

для дерева важное значение: она предохраняет живые ткани ствола от ожога при сильном нагревании солнцем или низовом пожаре в лесу (когда горит только сухая хвоя на поверхности почвы).

Сосна очень чувствительна к ядовитым газам, которые выбрасывают трубы заводов и фабрик. В особенности вреден для неё сернистый газ. Наверно, многие замечали, какой жалкий, угнетенный вид имеют старые сосны в больших городах и поблизости от некоторых заводов. У таких деревьев много сухих отмерших веточек, а те, что остались в живых, покрыты короткой редкой хвоей. Иногда живой хвои совсем мало. Деревья кажутся больными, погибающими. Сернистый газ, проникая внутрь хвоинок через устьица, вызывает отравление живых тканей. В результате хвоя почти не снабжает дерево органическими веществами.

Сосна – ценная древесная порода. Она даёт отличный строительный материал, прекрасные дрова. Из её смолы вырабатывают много необходимых для человека веществ – скипидар, канифоль и др. Очень велико оздоровительное значение сосновых лесов.

По сравнению с тундрами фауна тайги более разнообразна. Некоторые виды, приспособленные к сложным условиям тайги, имеют на территории края широкое территориальное распространение, например лось, россомаха, соболь, заяц-беляк, рысь и ряд других таежников. Кроме этого, обычны лесные виды с широкой экологической амплитудой: волк, лисица, ласка, горноста́й, бурый медведь. Они заселяют тайгу на всей её протяженности. Это относится и к некоторым видам птиц: черному дятлу, кедровке, снегирю, клестах, синицах. Среди таежных животных много эндемиков: соболь, колонок, лесной лемминг, красная и красно-серая полевки, обыкновенный и каменный глухари, несколько видов сов, трехпалый дятел, клесты – белокрылый и еловик, щур; сибирский углозуб из земноводных и живородящая ящерица из пресмыкающихся.

Для тайги края характерны самый маленький из наших оленей – кабарга, родственник зайца – северная пищуха. Обычны черная ворона и, хоть и редко, встречаются рукокрылые: ушан, северный кожанок и некоторые ночницы.

В южно-сибирской тайге фауна богаче видами, чем на севере. Здесь обычны благородный олень (подвид - марал), сибирская косуля. Для многих, особенно эндемичных, животных тайги характерна огромная численность особей и её существенные колебания по годам в связи с состоянием кормовой базы, например урожаем или неурожаем семян хвойных деревьев (белка, мышевидные грызуны, клесты). Из насекомых для тайги эндемичны многие виды короедов и усачей, а также потребители хвои сосны, ели, пихты, лиственниц (сибирский шелкопряд).

В лесах края зарегистрировано более миллиона муравейников, в которых живут 37 видов муравьев, среди них преобладают рыжий, северный, волосатый и тонкоголовый. Для Красноярского края обычны рыжий лесной муравей. Появление в лесу нового муравейника, как правило, приводит к улучшению условий произрастания деревьев, так как на первых порах муравьи активно уничтожают личинок листогрызущих насекомых: гусениц бабочек и пилильщиков. Самых муравьев и их куколок поедают многие птицы и звери. Однако очень быстро муравьи истребляют других насекомых, истощая собственную кормовую базу, и они начинают выращивать и охранять тлей, которые выделяют сладкий сироп – падь, чем и питаются муравьи. С этого момента муравьи приносят вред сообществу.

*Березовые, осиновые и ольховые леса (называемые также мелколиственными)* широко распространены в нашей стране. Все эти леса различны по происхождению. Так, например, березовые и осиновые леса юга Западной Сибири, березовые редколесья лесотундры — это леса коренные, или первичные: они способны длительное время существовать на занимаемой ими территории. Многие березы очень зимостойки, в горах и на Севере они часто образуют "форпосты" леса.

В зонах тайги мелколиственные леса обычно вторичны, так как возникли на месте погибших (при пожаре, нападении вредных насекомых или паразитных грибов) или уничтоженных человеком первичных, зональных типов леса. После уничтожения или сильного повреждения древостоя из ели, сосны, пихты резко увеличивается освещенность местообитания, усиливаются суточные перепады температур, изменяется водный режим почвы и т. д. В этих условиях лучше и раньше возобновляется подрост осины и березы, а не основных пород и на месте коренных лесов возникают березовые и осиновые леса. Через несколько десятилетий такие вторичные леса, если не вмешивается человек, снова сменяются коренными. Мелколиственные леса считаются наименее ценными в хозяйственном отношении и действительно дают менее ценную древесину, чем леса хвойные или широколиственные, однако нельзя забывать об их большой водоохраной и почвозащитной роли и о значении этих лесов как регуляторов влаги и климата.

## **Семинарское занятие 1. Растительный и животный мир тундры и лесотундры**

1. Границы и область распространения тундры в Красноярском крае.
2. Характеристика растительности разных типов тундр.
3. Особенности приспособлений животных к жизни в тундре. Видовой состав.
4. Границы распространения лесотундры на западе и востоке Красноярского края.
5. Типичные растительные сообщества лесотундры.
6. Животный мир лесотундры.

*Тундра.* Условия жизни в тундре тоже довольно суровы. Зима продолжается 7-8 месяцев, а лето короткое и прохладное. Период жизнедеятельности растений очень непродолжителен – всего 3-4 месяца. Даже в самый разгар лета, в отдельные дни июля, бывают заморозки и выпадает снег. Внезапные возвраты морозов застают растения в тот момент, когда они находятся в состоянии активного роста и полного цветения.

Осадков за год выпадает 200-300 мм, то есть столько же, сколько в полупустынях и пустынях, но из-за недостатка тепла испарение с поверхности почвы невелико и почвы почти всегда бывают влажными и даже мокрыми. Поэтому в тундрах широко распространены болота. Скорость ветра в тундре достигает 40 м в секунду. Ветер сильно иссушает растения и несет песок, а зимой — твердый снег, повреждающий возвышающиеся над снегом части растений. В большей части зоны неглубоко под поверхностью почвы располагается вечная мерзлота; образованию ее способствует сильное и глубокое промерзание почвы зимой и медленное неглубокое оттаивание летом. Из-за суровых климатических условий, вечной мерзлоты, сильных иссушающих ветров произрастание в тундре деревьев невозможно. Здесь господствуют многолетние травянистые растения и кустарнички, а на юге зоны — и кустарники; почва покрыта мхами и лишайниками.

Растениям тундр свойственны некоторые специфические особенности. Обычно они приземисты и низкорослы; многие из них имеют крупные яркие цветы, что связано, видимо, с малочисленностью насекомых-опылителей (большинство тундровых растений ветроопыляемые). Развитие тундровых растений проходит очень быстро, и многие виды зацветают, как только сойдет снег. Молодые побеги, появляющиеся из-под земли, имеют фиолетовую окраску. В тундре много вечнозеленых кустарничков с кожистыми мелкими блестящими листьями: брусника, дриада, или куропаточья трава, подбел и др. Некоторые виды образуют

подушковидные формы (бесстебельная смолевка, дернистая камнеломка, некоторые виды крупки). Из-за безлесия тундра на первый взгляд кажется однообразной, на самом же деле растительность ее очень пестра и быстро меняется даже при незначительных изменениях рельефа и почвы.

Таймыр – единственное место на земном шаре, где на материке развиты все подзоны тундры и полярные пустыни, которые встречаются в остальных частях света только на островах.

На территории нашего края находится самая широкая в стране зона тундры, на которой отчётливо выделяются подзоны: арктические, мохово-лишайниковые, кустарничковые, а в горах Бырранга – горная тундра. Тундра – это зональный тип растительности субарктических широт Северного полушария, для которого характерно безлесие, преобладание мохово-лишайниковой растительности, кустарничков и низкорослых кустарников.

Арктическая тундра узкой полосой тянется вдоль северного и северо-восточного побережья Ледовитого океана, ее южная граница определяется июльской изотермой 4 °С. Конкретные флоры насчитывают около 100 видов. Отсутствие кустарников ведет к упрощению вертикальной структуры: уменьшается высота, исчезает деление на ярусы. Среди растений высок удельный вес арктических видов: ива полярная, лисохвост арктический, мак полярный, пушицы. Для них характерны усиление дернистости, формирование подушек, плотных куртин, многостебельных особей. Доминирующий тип растительности полигонально-пятнистый и полигонально-сетчатый. Общая пессимальность условий приводит к ослаблению биотической привязанности, то есть одни и те же виды заселяют большой спектр биотопов. Средообразующая роль растительного покрова снижается, и группировки животных видов отражают особенности нанорельефа и почвы. Доминирует моховая дернина с добавлением осок, дриад. На западе территории граница на 2° южнее, чем на востоке.

Типичная тундра широкой полосой в 300-350 км проходит южной границей по изотерме июля в 10°-12° с. ш., делится грядой Бырранга. Главные компоненты зональных сообществ: осоки и мхи, где мхи – средообразователи, а осоки – продуценты. Кустарники уходят из плакорных сообществ на отрицательные формы рельефа. Конкретные флоры насчитывают от 150-170 на севере подзоны до 200-220 видов на юге, где появляются сосновые, фиалки, сохраняется роль злаков, лютиковых, норичниковых.

Основная масса тундры занимает территорию Таймырского полуострова. Граница берёт начало в левобережье Енисея (67° с. ш.) и в районе правобережья достигает 70° – 72° с. ш. Отделяет Таймырский полуостров приблизительно от устья Енисея до устья Хатанги. Здесь различают арктические дриадовые, кустарничково-моховые тундры, северные и южные субарктические и каменистые тундры. Отдельными вкраплениями тундры встречаются в районе плато Путорана. Это преимущественно горные тундры и тундры с разреженной растительностью. На территории Таймырского полуострова и Северо-Сибирской низменности зона тундры охватывает реки Пясины, Дудыпта, Верхняя и Нижняя Таймыра, Ленивая, Попигаи и другие, а также озёра Таймыр, Лабаз, Портнягино, Хантайское и др. В районе плато Путорана территория тундры включает реки Таймуру, Кочечум, Туру, Виви, Тутончану, Курейку, озёра Виви, Агата, Ессей, Пясино, Лама. Тем самым тундра представлена на территории Таймырского Долгано-Ненецкого автономного округа (Диксонский, Усть-Енисейский и Хатангский районы), а также на территории Эвенкийского автономного округа.

Климат тундры отличается от зоны арктических пустынь. Но и здесь – короткий тёплый период и длинный холодный, полярные ночи и полярные дни. В восточной части тундры климат более суровый, чем в западной. По показаниям

метеорологических станций острова Диксон средняя многолетнее температура января минус 26,3 °С, а августа 5 °С. Абсолютный минимум температур минус 51 °С, а максимум 26 °С. Продолжительность зимы составляет 285 дней. Средняя продолжительность безморозного периода около 56 дней. Среднегодовая температура минус 11,5 °С.

Осадков в тундре выпадает немного, как правило, не более 250 мм в год. Однако в условиях холодного климата и этого сравнительно небольшого количества более чем достаточно. Воды из атмосферы поступает значительно больше, чем может испариться с земной поверхности. Тундровые почвы обеспечены водой в избытке. Основная масса осадков приходится на лето, зимой их выпадает очень мало (около 10 % годового количества). Сильных ливней не бывает, дожди обыкновенно лишь моросят. Особенно много дождливых дней осенью. Количество осадков за холодный период составляет 82 мм, за июнь – август – 96 мм. В тундре бывают сильные ветры, средняя месячная скорость которых зимой превышает 8- 9 м/с.

Почти вся северная часть Таймырского полуострова находится в подзоне арктической тундры со слаборазвитыми почвами. В подзонах типичной и кустарничковой тундры набор почв более разнообразен. Здесь преобладают болотные, перегнойно-глеевые и т.д. Для всех тундровых почв характерно влияние избыточного увлажнения. Это связано с тем, что влага не проникает через многолетние мёрзлые слои и задерживается на поверхности, а мерзлота расположена здесь всюду и лежит близко к поверхности.

Условия для развития высших растений и микробиологических процессов неблагоприятные. Корневая система растений глубоко проникнуть не может, и даже та небольшая масса органического материала, которая попадает на поверхность почвы после отмирания, не успевает полностью разложиться за короткий вегетационный период, поэтому тундровые почвы имеют небольшую мощность (толщину) гумусового горизонта и малое содержание перегноя. Они являются холодными, обладают неблагоприятными водными и воздушными свойствами, химической реакцией и скудны по плодородию. Горно-тундровые почвы имеют тонкий слой мелкозёма и обломков пород, на которых поселились лишайники, мхи и некоторые цветковые растения.

В борьбе за существование растения тундры выработали свои приспособительные особенности, позволяющие им выжить и размножиться. Так, некоторые цветы имеют форму вогнутого зеркала, что даёт им возможность больше поглощать и сохранять солнечное тепло. У многих растений есть приземистые стелющиеся стебли с мелкими, часто опушёнными листьями, длинные разветвлённые корневые системы, а такие, как смолёвка бесстебельная, крупка альпийская, образуют скопления – подушки. Всё это помогает лучше использовать тепло и меньше испарять влагу. Лучше выживают корневищные, луковичные и клубневые растения. Веками у них выработалась морозоустойчивость, позволяющая выжить при заморозках.

На Таймырском полуострове произрастают лишайники, мхи, травы и кустарники, характерные для всех подзон тундры, но здесь находится и самая северная граница распространения леса. Лес, как нигде в мире, глубоко заходит в тундру. Крайняя северная часть тундры арктическая, беднее других подзон видовым составом растительности. Растительность здесь не образует сплошного покрова. Из цветковых растений тут растут пушица узколистная, осока прямостоячая, лютик снежный и кое-где ива полярная, дриада точечная, из кустарничков – куропаточья трава. Пониженные места обычно заняты гипновыми болотами. Общий серый облик ландшафту придают господствующие здесь накипные мхи и лишайники. Обширные площади оголены или покрыты водорослями.

На юге арктическая тундра сменяется мохово-лишайниковой, или типичной, с более разнообразным растительным составом. Растительность субарктическая. Распространены различные виды зелёных гипновых и других мхов, чередующихся с тундрой сфагновых мхов. Возвышенности покрывают кустарничковые полярные ивы, каспиопея, дриада, а в низинах – кочкарниковые и осоковые и пушицевые болота; здесь же мятлик альпийский, мытник жестковолосистый, брусника. И чем ближе к южной границе тундры, тем более разнообразен видовой состав растительности. Наиболее богат он в долинах рек. На берегах рек и озёр, а также на заветренных склонах обычны тундры.

На юге Таймырского полуострова от Енисея до Хатангского залива протянулась неширокая полоса кустарничковой тундры. Здесь отчётливо выделяются три яруса: верхний ярус состоит из низкорослых кустарников – ив, берёз и ольховника; средний – кустарнички (брусника, голубика) и травы (крестовник, остролодочник Миддендорфа, пушица и др.), а нижний – лишайники и мхи.

Животное население тундр становится богаче, но постоянных обитателей в связи со сложностью приспособления к условиям суровой зимы немного, поэтому сохраняется пространственное однообразие фауны с сильными колебаниями численности ряда видов животных по годам, при этом очень существенно изменение состава и обилия животных по сезонам.

Появляются беспозвоночные травояды и растительной подстилки: цикадки, коллемболы, комары-бибиониды. Самыми изученными группами животных являются позвоночные: рыбы, птицы и млекопитающие. Земноводные и пресмыкающиеся почти отсутствуют из-за крайне низких температур и представлены остромордой лягушкой и живородящей ящерицей. Отмечено более двадцати видов млекопитающих (без учёта ластоногих и китообразных). Песец, северный олень, снежный баран (или чубук), волк, лисица, ласка, горностай, заяц-беляк, а также эндемики этой зоны: обский и копытный лемминги - ведут активную жизнь круглый год. Наиболее интересным является самое крупное в мире стадо северных оленей и завезённые из Канады и США овцебыки, численность которых ныне составляет более 8 тысяч, расселившиеся по всему восточному Таймыру, но основная часть по-прежнему обитает в охранной зоне Таймырского заповедника.

Пернатые хищники (кречеты, полярные совы, сокол-сапсан) появляются в летние месяцы на кормежку яйцами гнездящихся птиц и птенцами белоклювой гагары, малого лебедя, белолобого гуся, чёрной казарки, гаги, утки-морянки, гуся-гуменника, рогатого жаворонка, куликов: кулика-воробья, турухтанов. В конце лета большая часть этих животных мигрирует на юг и юго-запад, откочевывая в лесотундру. То есть неравномерное территориальное распределение животных является ещё одной особенностью этой зоны.

На юге зоны к тундрам примыкает переходная полоса *лесотундры*. Повышенные водораздельные пространства здесь заняты тундрой, а в долинах рек и обширных понижениях, защищенных от действия северных ветров и накапливающих зимой снег, растут березово-еловые или лиственничные леса. Эти леса, как правило, редкостойные, низкорослые, часто кривоствольные, а на опушках нередко образуются стланиковые формы деревьев. Травяно-кустарничковый ярус таких лесов в большинстве случаев образован теми же растениями, которые встречаются на прилегающих тундровых участках.

Зона лесотундры – это переходная полоса от тундры к тайге. Считается, что северная граница полосы безлесья на Красноярском севере проходит там, где число дней с дневной температурой 10 °С и выше доходит до 35-40, т.е. имеется необходимый минимум тепла, нужного для роста и развития лиственницы сибирской и лиственницы даурской. На востоке она совпадает с границей Северо-Сибирской низменности, а в приенисейской части опускается далеко на юг – до 66° с. ш.

Вся территория лесотундры – это равнина с высотой над уровнем моря до 100 м, имеются возвышенности до 200 м. На этой территории нет большого количества озер, но зато много рек, среди них можно выделить наиболее крупные: Попигай, Хатанга, Пясины и Енисей.

На территории лесотундры расположены два крупных населенных пункта: Дудинка – на западе и Хатанга – на востоке.

Зона лесотундры входит в субарктический пояс. При этом климатические условия западной части (Дудинка) существенно отличаются от восточной части (Хатанга). На востоке лесотундры во все периоды года холоднее, чем на западе, сумма положительных температур меньше и количество осадков выпадает также меньше, следовательно, эколого-климатические условия в Хатанге более суровые, чем в Дудинке, хотя они и расположены в одной зоне.

На территории Дудинки тоже зона высокой суровости климата. Многолетняя средняя температура января от минус 25 °С до минус 35 °С, число дней в году со среднесуточной температурой воздуха ниже минус 30 °С достигает 80 дней. Средняя из годовых абсолютных минимумов температура воздуха от минус 48 °С до минус 53 °С. Среднегодовое количество осадков достигает 600 мм, таким образом, на этой территории преобладает циклонический тип климата.

На территории Хатанги климат еще более суровый. Многолетняя средняя температура января до минус 36 °С, число дней в году со среднесуточной температурой воздуха ниже минус 30 °С достигает 82 дней. Средняя из годовых абсолютных минимумов температура воздуха минус 52 °С. Среднегодовое количество осадков менее 400 мм, т. е. это зона циклонически-антициклонического типа климата.

В зоне лесотундры очень сложно идут процессы почвообразования. На эти процессы большое влияние оказывают мерзлота и избыточное увлажнение. В зоне лесотундры сочетаются лесные и тундровые почвы, однако по сравнению с тундровыми почвами лесотундровые имеют более мощный гумусовый слой. Здесь преобладают глеево-мерзлотно-таежные, болотно-мерзлотно-таежные и торфяно-болотные почвы.

Лесотундра представляет собой интересную природную зону, в которой сочетаются особенности тундры и тайги, т.е. элементы той и другой зон, но ни одна из них полностью не выражена.

Самое северное положение из древесных пород занимает лиственница. При этом западнее р. Пясины расположена лиственница сибирская, а восточнее, в более суровых условиях, – лиственница даурская.

В лесотундровой зоне лиственничные редколесья чередуются с заболоченными территориями, бугристыми и сфагновыми торфяниками.

Западнее Енисея к лиственнице сибирской примешиваются низкорослые и стелющиеся формы карликовых берез, ив и ольхи. Травяно-кустарниковые ярусы состоят из багульника, кассии, брусники, голубики, пушицы, а нижний ярус — из мхов и лишайников.

На распространение древесных пород оказывает влияние и рельеф места. Так, высокие террасы и плоские вершины покрыты елью с примесью лиственницы и березы, а в местах с хорошим дренажом, где нет избыточного увлажнения, преобладает береза. В южной части лесотундры леса становятся больше, и она сменяется тайгой.

## Семинарское занятие 2. Растительность и животный мир юга Красноярского края

1. Границы и условия распространения мелколиственных лесов Красноярья.
2. Эколого-климатические условия Ачинского, Красноярского и Канского лесостепных участков.
3. Животный мир подтайги и лестепей.
4. Степь минусинской котловины.
5. Растительность Красноярских Саян.
6. Животные гор.

*Берёзовые леса* распространены в Красноярском крае, преимущественно в лесной, лесостепной зонах и в горно-лесных районах. Берёзовые леса обычно возникают как вторичные леса на месте срубленных или уничтоженных пожарами хвойных и смешанных лесов, а также на заброшенных пашнях. Площадь берёзовых составляет около 13 % площади лесов в стране. В ареале наиболее распространённых берёз (бородавчатой и пушистой) запас древесины около 6,8 млрд м<sup>3</sup>.

Берёзовые леса на сухих и дренированных почвах состоят из бородавчатой берёзы, на увлажнённых — из пушистой. Часто оба вида растут совместно. Площадь вторичных берёзовых лесов увеличивается в связи с концентрированными рубками в еловых и елово-пихтовых лесах таёжной зоны, где возобновление идёт в основном со сменой пород, а рубки ухода за молодняком ведутся недостаточно. Однако вследствие исключительного светолюбия берёзы и поселения под её пологом вытесненных ранее коренных хвойных березняки постепенно переходят в берёзово-еловые, берёзово-сосновые или берёзово-лиственничные леса.

Для полного вытеснения берёзы и восстановления материнского типа леса требуется 100 и более лет. Рубками ухода за хвойно-лиственным молодняком этот срок можно сократить. Берёзовые леса, возникшие на месте хвойных, обычно представлены такими же типами леса, которые были присущи хвойным. Так, обычны березняки черничники, брусничники, разнотравные, составляющие 50—80 % площади берёзовых лесов.

Коренные березняки встречаются на менее значительных площадях в пониженных влажных местах. Это тростниково-вейниковые (с вейником Лангсдорфа в покрове), осоковые, сфагновые берёзовые леса, а также берёзовые колки, состоящие в основном из берёзы бородавчатой с примесью по западинам берёзы пушистой. На осоковых и сфагновых болотах встречаются обширные заросли кустарниковых берёз: карликовой, тощей, приземистой и др.

Березняки на территории Красноярского края занимают приблизительно 20 % лесопокрытой площади. Развиваются на месте коренных хвойных древостоев, вытесняя на лесосеках и гарях медленно растущие коренные породы. На открытых участках гарей, пашен — берёзовые леса семенного происхождения, на вырубках береза возобновляется и вегетативным путем (корневыми отпрысками).

Типологически берёзовые леса повторяют коренные, но с увеличением доли разнотравных, вейниковых, крупнотравных сообществ. На севере берёзовые леса далеко заходят по долине Енисея (долгомошные, зеленомошные, травяные). Огромные массивы берёзовых лесов сосредоточены на левобережье Енисея, на Енисейском кряже, в Приангарье, в горах на юге края. Под пологом берёзовых лесов поселяются коренные хвойные породы, возникают смешанные с сосной, лиственницей, кедром, пихтой и елью насаждения.

Естественный процесс смены берёзовых лесов хвойными длится около 100 лет, пожары могут удлинять его на неопределенно долгий срок, в результате

возникают длительные и устойчивые производные березовые леса, которые менее требовательны к плодородию почв, обладают почвоулучшающей способностью. Березовые леса с ярусом хвойных пород являются объектом лесохозяйственной деятельности. Березовые леса — база для заготовки грибов и ягод, источник древесины (максимальные запасы в 55-60 лет). Береза белая произрастает совместно с березой повислой, самостоятельные насаждения образует в более увлажненных местообитаниях. В виде отдельных разрозненных массивов (колков) встречается в левобережье Енисея — в центральных районах края (с покровом крупнотравья, дернистых осок, таволги и густым подлеском из ив, черемухи).

Около 100 (по другим данным больше) полиморфных видов произрастают в умеренных и холодных районах Северного полушария и в горах субтропиков. Многие березы имеют важное народно-хозяйственное значение как ценные лесообразующие и декоративные породы, особенно береза бородавчатая, пушистая, плосколистная, ребристая, или жёлтая, Шмидта, или железная, и др. Большинство видов берез светолюбивы, довольно засухоустойчивы, морозостойки, к почвам нетребовательны. Древесина, а также берёста многих видов берез используются в различных отраслях хозяйства. Почки и листья берез бородавчатой и пушистой применяют с лечебной целью. Почки, содержащие 3,5—6 % эфирного масла, употребляются иногда в виде настоя как мочегонное средство, наружно — как растирание при болях в суставах.

Наиболее распространённый вид — береза бородавчатая. Встречается почти по всей лесной и лесостепной зоне западной части Красноярского края и в Саянах. Растет в смеси с хвойными и лиственными породами или образует местами обширные берёзовые леса, а в лесостепной зоне - берёзовые колки, перемежающиеся с полями. Используется для полезащитных полос и как декоративное дерево. Древесина ценится в мебельном производстве, идёт на фанеру и разные поделки.

У березы пушистой в отличие от березы бородавчатой созревшие семена долго держатся в сережках. По экологии береза пушистая близка к ней, но менее требовательна к свету, лучше переносит затенение, заболоченность почвы, более морозостойка и дальше распространена на север.

*Осинники* — леса, образованные осинной. Площадь осиновых лесов Красноярского края 2,2 млн га с запасом древесины 343 млн м<sup>3</sup>, средний класс бонитета 11,2. В крае наибольшие площади осиновых лесов сосредоточены в южной тайге приенисейской части Западно-Сибирской низменности, а также в предгорьях и низкогорье Западного Саяна в поясе черневых и таежно-черневых темнохвойных лесов. Будучи древесной породой, требующей оптимального сочетания атмосферного тепла, влаги и плодородия почв, здесь осина произрастает в наиболее благоприятных условиях. Образованные ею производные (вторичные) насаждения принадлежат в типологическом отношении к мезофитному ряду; характерны крупнотравные, папоротниковые, осочково-орляковые, злаково-разнотравные осиновые леса.

*Осина - тополь дрожащий*, листопадное дерево из семейства ивовых, с колонновидным стволом, кора молодых деревьев гладкая, зеленовато-серая, с возрастом трещиноватая, темно-серая. Листья округлые с тупозаостренными зубцами на длинных черешках, сплюснутых посередине, что дает эффект колебания даже при слабом ветре. Цветет до распускания листьев, двудомное растение. Осина имеет мощные длинные корни, хорошо возобновляется корневыми отпрысками, особенно обильно после вырубки. Осина требовательна к плодородию почв, избегает избыточного увлажнения и резкой континентальности климата. Произрастает вместе с березой в смешанных хвойно-лиственных насаждениях. На территории Красноярского края растет повсеместно, проникая на север до 70°

северной широты (бассейн р. Хатанги). Самостоятельные насаждения образует в виде колков на равнинах. Древесина в сухом виде прочна, устойчива к гниению.

*Лесостепь* в Красноярском крае занимает три больших массива: из них западный массив называется Ачинской лесостепью, средний – Красноярской, а восточный – Канской. Рельеф местности равнинный, в некоторых местах холмисто-увалистый.

В Минусинской впадине крупный массив лесостепи находится в Назаровской котловине, а в других местах она проходит неширокими полосами в предгорьях.

Средняя годовая температура воздуха на западе 0,5 °С, а на востоке – 0,7 °С. Безморозный период на западе продолжается 120 дней, а на востоке – 106 дней. За год выпадает атмосферных осадков на западе 410 мм, а на востоке – 310 мм, из них 3/4 осадков приходится на тёплое время года. Наибольшая скорость ветра 30 м/с. В зимний период преобладает ясная безветренная морозная погода. Оттепели обычны в январе или в феврале. Климат лесостепи благоприятен для возделывания различных зерновых, бобовых, плодовоовощных и кормовых культур.

Для лесостепи характерны выщелоченные чернозёмы и серые лесные почвы. Выщелоченные чернозёмы имеют маломощный по сравнению с другими гумусовый горизонт (15 – 25 мм), небольшое содержание гумуса (6 -7 %), часто бывают щебневые, карбонатные или солонцеватые. Структура у них комковатая, непрочная. Выщелоченные чернозёмы обладают, как правило, хорошей водопрочной структурой, а следовательно, и благоприятными физическими свойствами, содержат большой запас питательных веществ. На северной границе лесостепи распространены оподзоленные чернозёмы. По многим свойствам они стоят близко к выщелоченным чернозёмам, содержат много гумуса, обладают хорошими водно-физическими свойствами. Но у этих почв долго сохраняется горизонт сезонной мерзлоты, а это задерживает развитие растений.

Серые лесные почвы при правильном использовании севооборота и удобрения значительно повышают плодородие. Урожай, например, на серых лесных почвах заметно увеличивается при внесении в них азотных и фосфорных удобрений, особенно в годы с холодной и затяжной весной.

Также в центральной части Канской лесостепи по долинам рек преобладают солонцы и солончаки. Солончаки содержат много водорастворимых солей, который вредно действуют на растения. Солонцы не содержат в верхнем горизонте большого количества легкорастворимых солей, но у них на глубине (5-15 см) имеется солонцеватый слой с сильно выраженной щелочной реакцией.

Лесостепи разделены между собой возвышенностями, поэтому их называют островными. На юге ограничены Восточными Саянами и Кузнецким Алатау. Северная, западная и восточная границы не орографические, а климатические. Южная граница Ачинской лесостепи проходит по 56° 10' с.ш., Канской – по 55° 10' с.ш., в приенисейском участке - по 57-й параллели. По долготе находятся от 89° до 97° в.д. Между собой разобщены Кемчугским плато, отрогами Восточных Саян и Енисейского кряжа. Территория расположена близко к центру азиатского материка в зоне затухания атлантических и значительного влияния арктических воздушных масс.

*Ачинская лесостепь* с подтайгой занимает территорию протяженностью около 100 км с севера на юг и около 120 км с запада на восток. Подтаежная зона шириной 10-15 км достигает в Причулымье 35 км. Лесостепной участок протяженностью около 25 км. Общая площадь порядка 10,3 тыс. км<sup>2</sup> (из них 5 тыс. км<sup>2</sup> - лесостепь). *Красноярская лесостепь* с подтайгой протянулась с севера на юг на 110 км, а с запада на восток — на 80 км (до 200 км с подтайгой). На юге и востоке подтайга отсутствует, на западе – полоса около 20 км, на севере — до 90 км. Площадь лесостепи составляет 5,4 тыс. км<sup>2</sup>, с подтайгой – 16,6 тыс. км<sup>2</sup>.

*Канская* лесостепь с подтайгой имеет самые большие размеры: с севера на юг 200 км, с запада на восток 125 км. Подтайга протянулась узкой полосой от 10 до 20 км на востоке и севере (через полосу хвойно-мелколиственного леса). Площадь лесостепного участка занимает 17 тыс. км<sup>2</sup>, подтайги – 10,5 тыс. км<sup>2</sup>.

Растительность каждой степи зависит от климатической зоны, состава, слагающих горных пород, крутизны склонов и их экспозиции. Типичны в лесостепи сосняки и мелколиственные колки с разнотравьем, участки степей. Степные участки распаханы, а леса сильно разрежены. Состояние лесов в лесостепной зоне вызывает тревогу, тем более, что значение их с каждым годом возрастает. Ведь они выполняют много разнообразных функций: водорегулирующую, почвозащитную, рекреационную и др.

В зоне лесостепи еще не очень сухо, и степная растительность здесь особая, сравнительно влаголюбивая. Эта так называемые северные или разнотравные степи. Северные степи в начале лета очень напоминают красочные луга: травяной покров густой и высокий, яркими пятнами выделяется цветущее разнотравье. Степь похожа на пышный красочный ковёр. Разнотравье в северной степи представлено многими видами растений. Например, шалфей луговой, который радует глаз густой, сине-фиолетовой окраской своих цветков. Цветки довольно крупные и собраны в рыхлое метельчатое соцветие, заметное издали.

Другое красивое цветущее растение — таволга вязолистная. Листья таволги сильно вытянутые, перисто-рассеченные. Клубеньки таволги съедобны даже в сыром виде.

Синяк красный, или румянка, имеет темно-красные цветки, собранные в плотное цилиндрическое соцветие, поднимающиеся вверх, как свеча. Синяк относится к семейству бурачниковых. Толстый корень синяка прежде имел интересное применение – им красили щёки, как румянами (отсюда и назвали «румянка»).

Можно было бы перечислить ещё много представителей разнотравья северных степей: герань кроваво-красная с ярко-малиновыми цветками, голубовато-сиреневый колокольчик сибирский, живокость, горичвет, ветреница лесная.

Среди луговых степей разбросаны берёзовые и осиновые колки. Северные склоны холмов обычно покрыты лесом, а южные — травами. В понижениях и увлажнённых местах растут елово-пихтовые леса, на песках — сосны.

Естественно - растительный покров в степях мало сохранился, уступив место обширным пространствам полей. Лишь кое-где темнеют пышной зеленью островки леса, редко встречаются небольшие клочки степей.

*Степной* зоной считают территорию, где на междуречьях может существовать только степная растительность. Степные ландшафты распространены на юге края в Чулымо-Енисейской, Сыдо-Ербинской, Южно-Минусинской котловинах, которые находятся в Ужурском, Краснотуранском, Новоселовском, Минусинском и Шушенском районах Красноярского края.

Рельеф котловин достаточно сложный. Здесь обширные равнины с грядами холмов к северу, востоку и югу переходят в низкогорья и горы. Относительные высоты холмов и увалов достигают 200 м над уровнем моря.

Структурные основания проявляются в рельефе этой территории с разной степенью: в одних местах ярко видны остатки стертых складчатых гор, в других – бывших понижениях складчатых структур, в основании слабо видны или не видны совсем.

Вся территория степей Красноярского края расположена в долине реки Енисей. Степная зона нашего края очень богата озерами: Тагарское, Большое и Малое Кызылкульское, Бейское, Березовское, Большое, Красное, Инголь, Косоголь, Белое, Учум, Малое.

Озера степной зоны по своим размерам разнообразны, многие из них бессточные, вследствие чего часто встречаются горько-соленые озёра. Питание их происходит, главным образом, за счет атмосферных осадков, грунтовых вод и отчасти стока небольших речек.

Климат степных районов характеризуется среднегодовой температурой минус 2,5 °С. Количество осадков, выпадающих за год, составляет 338 мм. Абсолютный температурный минимум минус 49 °С, максимум 41 °С. Средняя максимальная высота снежного покрова 18 см.

Количество поступления солнечной радиации на территорию степей в январе составляет более 30 часов, в июле – менее 280 часов. Следовательно, степи Красноярского края относятся к южному поясу светимости.

Радиационный баланс составляет 1400-1600 мДж/м, складывается из прихода и расхода солнечной радиации, а расход зависит от альбедо, что обусловлено оптическими свойствами поверхности.

Таким образом, из всего вышесказанного можно сделать вывод, что степи Красноярского края расположены в зоне континентального климата. Почвенный покров в степи состоит главным образом из различных вариантов черноземов (типичных, обыкновенных, южных и т. д.).

Травянистая растительность ежегодно добавляет в почву большое количество опада – растительных остатков, 70-80 % которых являются корнями. Гидротермические условия степной зоны благоприятствуют процессу гумификации, в результате которого образуются сложные гумусовые соединения, придающие почвенному профилю темную окраску.

Вместе с гумусом в почве закрепляются элементы питания растений (азот, фосфор, сера, железо и др.) в форме сложных органоминеральных соединений, образующихся в результате взаимодействия гумусовых кислот с зольными элементами растительных остатков и минеральной частью почвы.

В степной зоне недостаточное увлажнение определяет меньшую глубину проникновения корней, снижение количества поступающего в почву опада и более полное его разложение.

Что же представляют собой северные степи? В начале лета они очень напоминают красочные луга: травяной покров густой и высокий, яркими пятнами выделяется цветущее разнотравье. Степь похожа на пышный красочный ковер. За внешнее сходство с лугами эти степи иногда называют луговыми.

Разнотравье в северной степи слагается многими видами растений. Некоторые из них цветут очень красиво и особенно привлекают внимание. Таков, например, шалфей луговой, который радует глаз густой сине-фиолетовой окраской своих цветков. Двугубый венчик – одна из характерных особенностей семейства губоцветных, к которому относится шалфей. Привлекает внимание и другое красиво цветущее растение – таволга шестилепестная. Прямой не очень высокий стебель таволги заканчивается рыхлым метельчатым соцветием из мелких бело-розовых цветков. В цветке таволги обычно бывает 6 лепестков, что отличает ее не только от своих ближайших родственников, но и от остальных представителей семейства розоцветных, к которому принадлежит таволга.

Очень красиво во время цветения растение под названием синяк красный, или румянка. Темно-красные цветки собраны в плотное цилиндрическое соцветие, поднимающееся вверх, как свеча. Синяк относится к семейству бурачниковых и, подобно многим другим представителям этого семейства, имеет сильно шероховатые стебли и листья, покрытые жесткими, слегка колючими волосками.

Нельзя не заметить в степи и еще одно красиво цветущее растение – козелец пурпурный. Его стебель заканчивается небольшим темно-розовым соцветием-корзинкой, несколько напоминающим по форме соцветие одуванчика. Козелец

относится к семейству астровых, причем все цветки в соцветии имеют такое же строение, как и у одуванчика.

Можно было бы назвать еще много других красиво цветущих представителей разнотравья степей. Среди них герань кроваво-красная с ярко-малиновыми цветками, изящный голубовато-сиреневый колокольчик сибирский, живокость клиновидная с лазорево-синими соцветиями и др..

Красиво цветут в степи и бобовые, в частности различные виды клевера (луговой, горный, средний и другие).

Среди степных бобовых мы встречаем также эспарцет песчаный. Его нежно-розовые цветки собраны в длинное направленное вверх соцветие-кисть. Эспарцет – одно из самых засухоустойчивых бобовых.

Есть в северной степи, конечно, и злаки. Однако роль ковылей невелика. Видов ковыля здесь мало, распространены только самые влаголюбивые из них.

Интересно, что в северной степи мы встречаем много таких злаков, которые растут на лугах. То же самое относится и к разнотравью, и к бобовым. Следовательно, северные степи похожи на луга не только по своему внешнему облику. Они имеют даже много общих видов. Все это указывает на относительно благоприятные условия увлажнения. Сходство с лугом есть и еще в одном: на поверхности почвы в степи развивается сплошной покров мха (туидиум).

Почему же северные степи все-таки не относятся к лугам? Их считают степями прежде всего по той причине, что они имеют в своем составе такие типично степные растения, как ковыли, хотя и в небольшом количестве. Присутствие ковылей – характерный признак настоящей степи. Северная степь отличается удивительной видовой насыщенностью – очень большим числом видов на единицу площади (на 1 м<sup>2</sup> до 70-80 видов растений).

Внешний вид степи сильно изменяется на протяжении вегетационного периода, от весны до осени. Как только сойдет снег, степь выглядит безжизненной, на ней лишь одна сухая трава. Кажется, что на земле сплошным слоем лежит сено. Но скоро картина меняется – появляются и начинают в массе цвести ранневесенние растения. Степь расцветивается яркими красками.

Одно из первых цветущих растений – сон-трава, или прострел раскрытый. Крупные фиолетовые цветки этого растения напоминают по форме колокольчик, а по величине они в два раза больше наперстка. Сон-трава относится к семейству лютиковых и, подобно многим другим видам этого семейства, ядовит.

Очень рано цветет в степи горицвет, или адонис весенний. У него крупные желтые цветки, похожие по форме на звезду со многими лучами. Ширина их достигает 6 см.

Сон-трава и горицвет довольно скоро отцветают, степь начинает зеленеть. Появляются новые цветущие растения. Среди них – сочевичник венгерский из семейства бобовых. Цветки его белые, похожи на цветки гороха, только немного меньше по величине. Другое цветущее растение – касатик безлистный. Его крупные цветки привлекают внимание своей красивой темно-синей окраской.

В это же время цветет в степи и ветреница лесная. Цветки у нее крупные, белые. Пора цветения сочевичника, касатика и ветреницы продолжается недолго – недели 1,5-2. И вот на зеленом фоне степи появляются яркие пятна новых цветущих растений – голубой незабудки, золотисто-желтого крестовника. Степь вновь меняет свой облик, но и эта стадия непродолжительна: скоро она сменяется новой, а затем другой, третьей. На протяжении теплого времени года степь много раз преобразуется. Это одна из самых характерных особенностей северной степи.

В растительном покрове степи Красноярского края известную, хотя и небольшую роль играют некоторые кустарники – терн, степная вишня, бобовник, различные виды спирей и другие. Чаще всего они встречаются по опушкам лесных

островков, распространенных в степи, на больших полянах посреди леса. Изредка растут группами и прямо на степи.

*Терн*, или колючая слива, - кустарник не очень высокий, он редко бывает выше человеческого роста. Это близкий родственник обычной садовой сливы, во многом на нее похожий. У терна такие же цветки, такого же типа плоды. Одна из характерных особенностей терна – крепкие острые колючки на ветвях. Терн - очень колючий кустарник. Через заросли его можно пробраться, только сильно исколовшись.

*Степная вишня* - кустарник еще более низкий, чем терн. Высота его не превышает 1,5 м. Строение цветков и плодов растения почти такое же, как и у обычной садовой вишни, но только размеры их гораздо меньше. Колючек на ветвях нет. Интересная особенность степной вишни – способность давать корневую поросль. Благодаря этому растение легко образует заросли, быстро распространяясь в стороны.

Для фауны лесостепей и степей края характерно большое число видов травоядных животных, особенно млекопитающих (грызунов) и насекомых (прямокрылых, клопов), а также тех видов, которые ими питаются (хищных и насекомоядных птиц, хищных млекопитающих, ящериц и змей). Некоторые виды саранчовых и грызунов могут достигать огромной численности. Животный мир лесостепей относительно обеднен в связи с хозяйственной деятельностью человека, так как на протяжении длительного времени именно здесь вырубались и выжигались леса для пашен, пастбищ и сенокосов. Это не могло не нарушить естественные условия обитания как лесных, так и степных животных, поэтому теперь на открытых местах мало сохранилось типичных степных видов, а в лесах очень обеднела лесная фауна. При этом иногда рядом уживаются типичные лесные и степные виды.

В сохранившихся лесах можно встретить лесных птиц - глухаря, рябчика, синицу, дятлов, а из млекопитающих – косуль и, крайне редко, рысь, лося, медведя, лисицу, около колков или даже в них - длиннохвостого суслика, бурундука, а в небе – жаворонков. В лесостепях от Ачинска до Канска можно наблюдать таких птиц, как полевой жаворонок, белую трясогузку, степную пустельгу, из млекопитающих – узкочерепную полевку, длиннохвостого суслика, полевую мышь, степного хорька, лисицу, барсука. Около наших городов, поселков и сел преобладают животные антропогенного ландшафта: воробей домовый, ворона черная, грач, скворец, галка, сорока.

Степи юга края беднее животным миром, чем степи других частей России. Это связано с тем, что Минусинские степи отделены от степей Западной Сибири и Забайкалья горами и состоят из относительно небольших пятен среди гор. Кроме того, на состав животного мира юга края большое влияние оказал человек. Ведь Минусинская котловина — центр древнейшей культуры людей, населявших Сибирь. Много тысячелетий люди здесь занимаются земледелием, скотоводством, горнорудным делом и металлургией. Все это не могло не сказаться на животном мире. Степные ландшафты и в настоящее время сильно преобразованы в связи с развитием сельского хозяйства и промышленности. Все это нарушает привычные условия жизни зверей и птиц. Они погибают или уходят дальше от человека, обедняя окружающий ландшафт.

Наиболее типичны для наших степей длиннохвостый суслик, хомяк, степная пеструшка, а из птиц — степная пустельга, журавль-красавка, полевой жаворонок. Много в степях зверей и птиц, которые живут и в других ландшафтных зонах, — это волк, лисица, полевка-экономка, полевая мышь, черная ворона, скворец, ласточка-береговушка, кобчик. Животные степной зоны очень неравномерно распределены по территории степей. Наибольшая плотность животного населения наблюдается у степных водоемов — здесь лучше травянистая растительность, больше насекомых,

лучше кормовая база для хищников. В степях и лесостепях много животных, способных устраивать свои убежища в норах. Норы роют сурки и суслики, хомяки, хомячки и другие грызуны. В норах селится степной хорек, гнездятся птицы: золотистый щурок, некоторые утки (пеганка и огарь). Зброшенные, а иногда и заселенные норы используют змеи (узорчатый полоз, обыкновенный щитомордник) и прыткая ящерица, серая жаба и членистоногие.

Сезонные миграции очень широко распространены среди животных степей, и в первую очередь среди птиц. Осенью степи покидает большинство птиц. Осенью беспозвоночные степей, земноводные и пресмыкающиеся переходят в состояние спячки и анабиоза. В глубоких норах в спячку погружаются сурки и суслики, джунгарский хомячок. В условиях открытого ландшафта степей важным приспособлением является способность к быстрому перемещению в пространстве. Быстрый полет или бег в этих условиях дают возможность поймать добычу или избежать встречи с хищником.

Важные морфофизиологические приспособления в условиях открытого ландшафта представляют собой острое зрение и маскирующая окраска, свойственная большинству настоящих степных животных. Способность накапливать в организме большое количество жира перед залеганием в спячку или миграцией — важное приспособление многих животных степей. Некоторые животные степей способны обходиться без питьевой воды, используя жидкость, содержащуюся в их пище: хищные птицы, суслики, сурки, ящерицы и змеи.

Саяны (Восточные и Западные) имеют вертикальную поясность растительности, представленную здесь степным, лесостепным, подтаёжным, черневым, таёжным, субальпийским и альпийским поясами. Два последних пояса являют собой растительность высокогорий.

Особенно характерна для Саянской области лесная растительность, занимающая примерно 60 % ее территории. На севере горные леса смыкаются с массивами сосново-лиственничных лесов Средней Сибири, на юге — с лиственничной тайгой гор Тувы, а на юго-западе — с черневой тайгой Алтая. На западе, в нижней части горно-таежной зоны, на высоте 400-700 м располагаются вторичные леса из березы и осины или смешанные леса, в которых встречаются и хвойные породы: сосна сибирская, лиственница, ель и пихта. Под такими лесами формируются серые или светло-серые лесные оподзоленные почвы.

Выше 600-700 м начинается темнохвойная тайга из пихты, ели и кедра. Густые и влажные темнохвойные саянские леса на светлых слабоподзолистых или горно-подзолистых, обычно щебнистых, почвах похожи на черневые леса Алтая и Кузнецкого Алатау. В них всюду развит сплошной моховой покров и встречается много общих с Алтаем травянистых растений. В виде примеси к хвойным породам произрастают береза, осина, черемуха. Восточнее, где осадков выпадает меньше, снежный покров не достигает большой мощности, распространена мерзлота, темнохвойная тайга сменяется лиственнично-кедровыми и кедрово-лиственничными лесами на маломощных подзолистых иллювиально-гумусовых почвах.

Темнохвойные таёжные елово-кедрово-пихтовые леса поднимаются в западной и центральной частях до высот 1500—1800 м и более. Светлые лиственнично-кедровые леса образуют верхнюю границу леса на высотах 2000—2500 м. Почвы здесь перегнойно-торфянистые мерзлотные.

Черневые леса Красноярского края — реликтовое пятно на фоне остальной растительности. Его особенности проявляются как в богатом флористическом разнообразии травяного покрова, так и в сложной структуре фитоценозов. Наиболее характерен для данного биотопа древостой, представленный эдификаторами черневой тайги — пихтой и осиной, редко кедром. В подлеске растут крупные кустарники черемухи, рябины, калины, караганы древовидной, бузины сибирской,

развит высокотравный покров из неморальных реликтовых видов (чистец лесной, копытень европейский и др.), под пологом которого произрастают таежные тенелюбы.

Растительность высокогорья в общем однообразнее, чем на Алтае. Ландшафты, расположенные выше границы леса, отличаются суровой и продолжительной зимой, коротким и прохладным летом, сильными ветрами. Здесь преобладает как резко изрезанный, вычлененный рельеф, так и выровненные водораздельные пространства, покрытые кустарничковой и мохово-лишайниковой тундрой, чередующейся с обширными каменными россыпями почти без растительности.

В более увлажненных районах развиты субальпийские кустарники и луга, местами высокотравные. Наряду с круглолистной березкой и низкорослыми ивами в Саянах появляются кустарниковая ольха и золотистый рододендрон, а в крайних восточных районах – кедровый стланик. Из ягод по речным долинам растут красная и черная смородина, черника, брусника, земляника, голубика, малина.

*Пояс горной тайги* занимает наибольшую площадь в Западном Саяне. Светлохвойная тайга покрывает южный и северный склоны горной системы по-разному: на юге она может простираться до верхней границы леса (до высот 2200—2300 м), на северном макросклоне — значительно ниже (до 350—400 м).

Главные породы — лиственница сибирская и сосна обыкновенная. На лугах этой зоны встречаются пижма, кровохлёбка, купена лекарственная, несколько видов чины, горошек, герани — луговая и ложносибирская, луговые горечавки, володушка золотистая, ветреницы, купальница азиатская (жарки), тысячелистник, щавель, крапива, костяника, клубника, земляника, орхидеи (венерины башмачки и другие), лилия кудреватая, красоднев малый (жёлтая лилия), иван-чай узколистный, борщевик, дельфиниум, чемерицы Лобеля и черная.

Ярус кустарников представлен таволгой, шиповником, а во влажных местах — черёмухой, калиной, рябиной, ивой, боярышником. По затенённым долинам ручьёв и речек в переувлажненной пойме растёт ель, пихта. По берегам Енисея, Хемчика, Абакана, Уса встречается тополь, по Хемчику и его притокам — облепиха.

Преобладает на Западном Саяне темнохвойная тайга. Главные древесные породы — кедр сибирский, пихта и ель. Растения нижнего яруса — мхи, лишайники, майник, седмичник, грушанка, папоротники, хвощи, бадан, черника, брусника, черемша. У верхней границы леса можно встретить рапонтик сафлоровидный — легендарный «маралий корень» (левзею), алтае-саянский эндемик, проникающий в Монголию и Среднюю Азию, внесенный в "Красные книги" различных уровней.

Кустарники — багульник болотный, карликовые берёзы и ивы, золотистый рододендрон, кустарниковая лапчатка (курильский чай). В речных долинах — красные (щетинистая, темно-пурпуровая) и чёрная смородины, голубика. Распространены ольха кустарниковая, рябина сибирская, жимолость алтайская. С высотой деревья мельчают, начинает преобладать кедр.

*Пояс субальпийских и альпийских лугов* начинается ниже верхней границы леса, в разреженных кедрово-пихтовых лесах, и поднимается по влажным пологим склонам выше леса. Травы нередко достигают роста человека. Среди них — рапонтик сафлоровидный (маралий корень), соссюрея широколистная, бодяк разнолистный, чемерица Лобеля, борцы — северный и саянский, володушка золотистая, водосбор железистый, борщевик рассечённый, дягель низбегающий, купырь лесной, купальница азиатская, фиалки алтайская и двухцветковая, лютики, черемша, мытники длинноколосый и компактный.

Крупнотравье — ярус высоких травянистых многолетних растений, требующих для своего произрастания плодородные местообитания с проточным увлажнением.

Сообщества с преобладанием видов высокотравья характерны для субальпийских лугов, лесных полян, долинных местообитаний Красноярского края, Хакасии и Тувы.

По мере подъёма травы становятся ниже, редуют. Появляются представители альпийской флоры — альпийская астра, красивоцвет саянский, горечавка холодная, змееголовник крупноцветковый.

Сплошного пояса альпийских лугов на Западном Саяне нет. Однако повсеместны в высокогорном поясе островки альпийских лугов разной величины, располагающиеся во влажных местах. Встречаются водосбор железистый, купальница азиатская, горечавки, фиалки, ветреницы, змееголовник, копеечник, камнеломки, лук-скорода, печальная дрёма, пахучий колосок, зубровка, незабудка болотная (белая и голубая).

Горно-таежная фауна богаче северной: здесь обычны подвид благородного оленя — марал, горный баран — аргали, сибирский козёл, снежный барс — ирбис, алтайский улар — представитель куриных птиц. Для многих видов характерно существенное колебание численности по годам в зависимости от кормовой базы (урожая или неурожая семян хвойных деревьев и др.).

*Горная тундра* (гольцы) располагается выше альпийских лугов и рядом с ними по всей высокогорной зоне. На гумусово-иллювиальных оподзоленных и поверхностно-глеевых почвах слабо дренируемых участков находятся кустарниковые и мохово-лишайниковые тундры, в которых встречаются и некоторые растения горных лугов: фиалки, горечавки, мытники, зубровка, лютик и др. Широко распространены также лишайниковые тундры.

Наиболее бедна горная тундровая растительность на затенённых северных склонах с застаивающейся подпочвенной водой, в то время как флора южных склонов более разнообразна. Типичные представители — карликовые берёзки и ивы, рододендрон золотистый, можжевельники, проломник, горная ветреница, горечавки, куропаточья трава, мхи, ягель и накипные лишайники.

### *Задания для самостоятельной работы студентов*

#### *Темы рефератов:*

1. Интразональная растительность: луга и болота.
2. Растения и животные суходольных лугов.
3. Растения и животные пойменных лугов.
4. Растения и животные моховых болот.
5. Растения и животные травяных болот.
6. Обитатели пресных водоемов.
7. Особенности ихтиофауны Енисея.

*Луга* относятся к интразональному типу растительности. Они как бы дополняют ландшафтные особенности различных природных зон, но наиболее специфичны для лесных зон. Под лугами и пастбищами этих зон занято около 8 % площади.

Луга делятся на две группы: поемные, заливаемые внешними водами, расположенные на пойменных террасах рек, и суходольные — на водоразделах или на надпойменных речных террасах, вышедших из-под влияния речных разливов.

Луга характеризуются господством многолетних мезофильных травянистых растений. Они распространены на заливаемых поймах, в высокогорьях, на высоких террасах рек. Характерный признак луга — образование дернины, т.е. верхнего слоя почвы, пронизанного корнями трав. Масса подземных органов превышает надземную в 3-5 раз.

В сообществах луга преобладают травы, злаки, осоковые, растущие в течение всего вегетационного периода, без летнего перерыва, характерного для степных растений. Луга используются как сенокосы и пастбища.

Различают заливные (пойменные) луга, незаливаемые (суходольные и низменные), субальпийские в горах, остепненные в лесостепной зоне, лесные луга на месте сведенных человеком лесов или на лесных полянах.

В пределах северной и средней тайги Красноярского края луга сосредоточены в долине Енисея (заболоченные осоковые, ситниковые). Обширные площади лесных лугов имеются в подтайге (крупнотравные, лабазниковые, злаково-разнотравные).

Пойменные луга преимущественно злаковые (лисохвостовые, полевицевые, костровые, крупнотравные); в пойме Чулыма встречаются заболоченные осоковые и вейниковые луга. В лесостепи сохранились незначительные площади остепненных лугов с разнотравьем. По территории речных долин в лесостепи и степи есть солончаковатые и осоковые луга, в прирусловой части поймы Енисея — крупнозлаковые (костровые, пырейные, вейниковые, волоснецовые) достаточно высокой урожайности. Большие площади поймы Енисея в Минусинской котловине занимают крупнокочковатые пикульниковые луга из ириса-пикульника, остепненные низкотравные полевичные и мятликовые луга, а также заросли чия блестящего, в которых принимают участие степные и луговые виды.

Горные луга делятся на субальпийские и альпийские. Они характерны для многоснежных районов. Субальпийские луга имеют относительно мощные горно-луговые почвы, пространственно сочетаются с зарослями кустарников или единичными деревьями. Травостой высокий, мощный, составлен видами крупнотравья (горькуша альпийская и горькуша широколистная, левзея, борец саянский, чемерица Лобеля, мятлик сибирский, купырь лесной и др.). Альпийские луга располагаются выше по абсолютной высоте. Наиболее характерны красочно-разнотравные альпийские луга с яркими аспектами. Растительность составлена типичными видами-альпийцами, относительно невысокими: водосбор железистый, фиалка алтайская, герань белоцветковая, горечавка крупноцветковая, горечавка алтайская, змееголовник крупноцветковый, образуют альпийские ковровые лужайки. Для настоящих альпийских лугов характерны злаки, создающие дернину (например, щучка дернистая, душистый колосок, зубровка альпийская) и осоки.

Первичных естественных лугов на территории Красноярского края чрезвычайно мало. Показательны в этом отношении поймы рек, где одновременно с поселением травянистых растений на свежих аллювиальных отложениях появляются кустарники, главным образом ивы, а затем и древесные растения (ольха, осина и др.). На надпойменных террасах, не испытывающих влияния разливов, поселяется много растений, свойственных склонам речных долин и прилегающим частям водоразделов: в лесной зоне формируются лесные фитоценозы; в других природных зонах, например в степях, происходит остепнение террас, на них поселяются злаки. Таким образом, растительность речных долин — явление в основном зональное. Однако некоторые исследователи считают ее азональной.

В прирусловой, более повышенной полосе поймы образуются заросли подбела, обладающего длинным корневищем, способным пробиваться из-под песка. Здесь же поселяются полевой хвощ, ива, на некотором удалении от реки — заросли черемухи, сибирского дерена, красной и черной смородины. Дальше от русла на прирусловом валу наблюдаются корневищные злаки: костер, вейник, пырей, образующие изреженный травостой, канареечник, мятлики, тимофеевка. Кроме злаков, здесь же растут бобовые: мышинный горошек, ползучий клевер. Из разнотравья распространены щавель, желтый подмаренник т. д. В средней части

поймы травостой наиболее густой и высокий. Злаки, бобовые, разнотравье образуют различные ассоциации с зарослями ольхи, березы, осины. В притеррасной части обычны осоковые заболоченные луга или болота. Среднеувлажненные пойменные луга представлены крупнотравно-злаковыми ассоциациями высокой производительности (до 40—50 ц/га сена). На пойменных лугах при плохом уходе за ними развивается моховой покров, а также кустарники (до 10—15 % площади) и жесткие травы, плохо поедаемые скотом; все это заметно ухудшает качество лугов. Их производительность падает до 12—15 ц сена с гектара и ниже.

Суходольные луга занимают небольшие участки среди леса. Для них характерны плотнoderнистые злаки, особенно белоус, плотные дернины которого снижают аэрацию почв, создают неблагоприятные эдафические условия для ценных злаков — тимофеевки луговой, пырея ползучего, ежи сборной. Обычен также надпочвенный покров из зеленых мхов. Качество сена снижается некоторыми двудольными — калганом, лютиком и др. По мере старения суходолов господство переходит к белоусу. Суходольные луга при плохом выкашивании зарастают кустарниковой и древесной растительностью, то есть происходит восстановление лесных ассоциаций.

Луговая растительность — ценный кормовой ресурс животноводства в хозяйствах, которые тщательно ухаживают за лугами, повышают их производительность.

Луга и травяные болота встречаются почти во всех растительных зонах лесной полосы. С каждой из этих групп лугов связаны травяные болота, занимающие более сырые места. Большинство пойменных и все материковые луга лесной полосы вторичны и возникают на месте лесов и зарослей кустарников, сведенных человеком или уничтоженных стихийными бедствиями, либо на месте осушенных болот. Первичными, или коренными, являются луга в таких местообитаниях, где древесная растительность существовать не может (высокогорья, длительно заливаемые поймы в низовьях северных рек и т. д.).

*Болота*, как и луга, относятся к природным сообществам, характерным для многих природных зон. Болотом называют избыточно увлажненный участок земной поверхности, который характеризуется следующими признаками: 1) бескислородностью почвенной влаги; 2) торфообразованием, т.е. отсутствием полной минерализации органических остатков; 3) особой болотной растительностью.

Болота — избыточно увлажненный участок суши, имеющий слой торфа не менее 0,3 м, при меньшей мощности — заболоченные земли. Затрудненный газообмен способствует образованию кислых болотных почв и развитию болотного типа. Различают низинные (эвтрофные) болота с осоково-моховым и крупнотравным покровом и верховые (олиготрофные) со сфагновым, кустарничково-сфагновым покровом. Древостои их редки, низкорослы. Болота верховые характерны для тундровой и таежной зон (преимущественно для левобережья Енисея), низинные болота повсеместны, много их в южной тайге, подтайге и лесостепи.

Различают следующие типы воды, питающие болота: атмосферная, поверхностно-сточная, почвенная, грунтовая. Первые два типа влаги насыщены кислородом, но он быстро тратится на дыхание животных, потребляется грибами и микроорганизмами при разрушении органики. Грунтовые воды и частично почвенные лишены кислорода или содержат его в очень малых количествах, поэтому при выходе их на поверхность сразу же создаются подходящие для заболачивания условия. Похожая ситуация возникает, когда болотистые воды увлажняют соседнюю незаболоченную территорию.

Нередко на ранних стадиях развития болота его питают все типы вод. Болотная вода оказывается насыщенной минеральными солями, и растительный

покров образуют растения, требовательные к богатому питанию. Это многие виды осок, зеленые мхи и многие травянистые (сабельник болотный). При дальнейшем нарастании торфяной толщи центральная часть болота выходит из-под влияния сначала грунтовых, а затем почвенных и поверхностно-сточных вод. Увлажнение осуществляется лишь атмосферной влагой, а среди растений остаются только растения-олиготрофы, среди которых господствуют сфагновые мхи. Анатомо-морфологическое строение этих мхов помогает им удерживать в своем теле воды до 40 раз и более, чем их вес в сухом состоянии. Такая особенность мхов позволяет сфагновому болоту нарастать выше окружающих его берегов, и создаются благоприятные условия для разрастания болота вширь за счет растекания болотной воды по ровным участкам суходолов.

Таким образом, путь развития болотного массива определяется постепенным снижением минерализации болотной воды и увеличивающейся олиготрофностью болотной растительности. Низменные болота с богатым питанием и эвтрофной растительностью сменяются переходным болотом с мезотрофной растительностью, наконец, наступает верховая стадия, и растительный покров становится олиготрофным.

Болотные растения отличаются рядом специфических особенностей анатомо-морфологического строения. В стебле и корневищах болотных трав сильно развиты воздушные полости. Несмотря на избыточное увлажнение почвы, болотные растения испытывают недостаток доступной воды, поэтому развиты и ксероморфные признаки: мощные покровные ткани, часть с восковым налетом или маслянистыми железками, узкие свернутые листья осок и злаков, мелкие чешуйчатые – у кустарников. У них вырабатываются особые формы роста: травянистые образуют кочки, деревья и кустарники развивают горизонтально распростертые корневые системы с досковидными корнями. Это позволяет поднять узлы кущения или корневые шейки деревьев выше уровня болотных вод. На приствольных повышениях накапливается перегной и создаются условия для поселения многих луговых и лесных растений. Поэтому лесные болота – согры — отличаются очень пестрым мозаичным покровом растительности: на приствольных возвышенных одни наборы видов, на осоковых и моховых кочках – другие, а между ними в понижениях – третьи. При нарастании торфа происходит погребение корневых систем растений, поэтому удерживаются виды, способные образовывать мутовки придаточных корней выше по стеблю, тогда как нижняя часть стебля постепенно отмирает (ивы, багульник, росянки). Торфообразование на осоковых и древесных болотах идет слабее, соответственно флора их богаче. Торф отличается плохой теплопроводностью, поэтому на болотах образуется тепловой экран: они промерзают (до декабря) и оттаивают (до июля) значительно позднее.

На болотах южной тайги произрастают до 200 видов высших растений, однако список растений торфообразователей невелик. В первую очередь это сфагновые мхи: сфагнум бурый, сфагнум магеланский, сфагнум узколистный, сфагнум большой, на переходных болотах – сфагнум обманчивый, сфагнум извилистый, сфагнум оттопыренный, на низменных – сфагнум тупой, сфагнум береговой. Всего произрастают более 30 видов сфагнов.

Осушение болот уменьшает запас тепла в грунте и приводит к понижению температуры зимой. Летом, наоборот, температура возрастает. Не будь сфагновых болот, граница вечной мерзлоты проходила бы значительно южнее Енисейска.

Гипновые болота широко распространены в южной тайге по долинам рек, на нижних террасах и поймах. Обычными являются около 20 – 25 видов гипнов из разных родов класса зеленых мхов. Осоки выступают обязательным компонентом большинства болотных ценозов. Распространены осока вздутая, осока волосистоплодная, осока топяная, осока круглая. Осоками, образующими кочки,

служат осока дернистая, осока изящная, осока водная. Осоковая кочка представляет собой переплетение косо вверх направленных друг к другу коротких корневищ и придаточных корней. На них поселяются кустарники: таволга иволистная, ива пятитычинковая. Типичны на болоте пушицы, шейхцерия, очеретник, хвощ топяной и болотный, сабельник, белокрыльник, вахта, триостренник. На верховых болотах обязательно присутствуют багульник, подбел (болотный мирт), клюква, росянка, морошка. Из деревьев, как правило, наблюдаются низкорослые березки и сосны.

Сфагновые болота свойственны районам с умеренно прохладным климатом. Особенно много их в полосе лесов, меньше в южных районах тундровой зоны, в лесостепи и горах. Сфагновые болота образуются при заболачивании лесов, лесных вырубок, при зарастании и заторфовывании водоемов. Особенно легко заболачиваются леса, вырубки, пожарища на плоских водоразделах. В результате почвообразовательного процесса под хвойными лесами часто возникают трудно проницаемые для воды горизонты, просачивание воды вглубь затрудняется, и верхние горизонты почвы оказываются сильно увлажненными. В лесу наблюдается избыточная застойная вода. Один из первых признаков застаивания влаги — появление мха кукушкин лен. Густой покров из этого мха хорошо задерживает дождевую влагу. Это затрудняет доступ в почву кислорода, гниение замедляется, и образуется масса полуразложившихся или неразложившихся растительных остатков. Позднее кукушкин лен сменяется сфагновыми мхами, начинается накопление торфа, и на месте леса возникает сфагновое болото.

На повышениях, кочках и буграх с не слишком обильным увлажнением растут виды сфагнума яркой красноватой или бурой окраски. Сфагновые мхи, растущие в более влажных местообитаниях, имеют чисто-зеленый или зеленоватый цвет. Верхушки стеблей сфагновых мхов постепенно нарастают, в то время как нижние части стеблей отмирают; благодаря этой особенности сфагновых мхов в условиях сильного увлажнения накапливаются мощные толщи торфа. Нарастание торфа особенно интенсивно идет в центре болота, поэтому обычно водораздельные сфагновые болота в своей средней части выпуклые.

Растительность сфагновых болот существует в своеобразных условиях. Несмотря на обилие воды, растения болот испытывают недостаток ее. Корневые системы растений оторваны от почвы и сосредоточены в верхнем слое толщи торфа, которая бедна кислородом и имеет повышенную влажность. Живой сфагнум и торф — плохие проводники тепла, поэтому температура слоев, где располагаются корни растений, гораздо ниже температуры воздуха. Физиологическая деятельность корней при пониженных температурах ослабевает. Высокая кислотность воды сфагновых болот также уменьшает интенсивность деятельности корней. Кроме того, торфяная толща бедна доступными для растений соединениями азота.

Все это привело к образованию у растений сфагновых болот приспособлений к уменьшению испарения таких, как уменьшение листовой пластинки, развитие плотных наружных покровов листа, густого опушения и воскового налета. Большинство растений сфагновых болот приспособлено к ежегодному нарастанию мохового покрова. Кустарнички образуют придаточные корни на погруженных в мох стеблях, росянка ежегодно выносит розетку листьев на поверхность мха, у осок часто развивается косо восходящее корневище и т. д.

Состав растений сфагновых болот очень беден. Из древесных пород здесь встречаются обычно сосна, пушистая береза и некоторые ивы (к ним кое-где присоединяются кедр и лиственница). Все эти виды сильно угнетены. Сосна, например, может иметь вид стелющегося кустарника, почти целиком погруженного в моховую толщу и выставляющего над поверхностью лишь молодые ветки и сучья. Очень характерны для сфагновых болот приземистые вечнозеленые кустарники и кустарнички, главным образом из семейств вересковых и брусничных: болотный

мирт, багульник, подбел, клюква, голубика. В более северных районах можно встретить воронику и карликовую березу.

Из травянистых растений на сфагновых болотах особенно широко распространены влагалищная пушица, образующая плотные кочки и нередко покрывающая болота сплошным ковром, и волосистоплодная осока. Часто встречаются насекомоядные растения - росянки: круглолистная и английская, или длиннолистная. Нередко можно встретить морошку. В условиях обильного увлажнения на плавучих моховых коврах растет изящная топяная осока; встречаются также плетевидная, двудомная и другие осоки. Достаточно часты на сфагновых болотах очеретник, шейхцерия, разные виды пухоноса.

В зоне тайги при зарастании водоемов в авангарде наступающей на воду растительности обычно идут белокрыльник, сабельник, вахта. Все эти растения обладают длинными лежащими на воде стеблями. Сплетаясь друг с другом, они образуют плавучую сетку, на которой в дальнейшем поселяются различные осоки, приречный хвощ и другие растения. Здесь же начинают появляться сфагновые мхи, которые в конце концов образуют сплошной сфагновый наплыв. В таком наплыве часто встречаются "окна", в которых можно найти очень своеобразное насекомоядное растение — пузырчатку.

Болота имеют большое хозяйственное значение. Здесь добывается торф — ценное топливо и важное сырье для химической и другой переработки. Более богатые торфа используются как удобрение. После осушки болота могут быть превращены в ценные сельскохозяйственные угодья — сенокосы, пастбища и поля. Но особенно важны болота как регуляторы водного режима рек.

*Пресные водоемы* на территории края представлены реками и озёрами. Край с юга на север пересекает р. Енисей со своими многочисленными притоками: реками Нижней и Подкаменной Тунгуской, Ангарой, Каном, Тубой и другими более мелкими. Все эти реки относятся к бассейну Северного Ледовитого океана.

Несмотря на существенно разную протяженность и масштабы, все эти реки обладают некоторыми общими чертами. Реки холодноводны и многоводны, питаются в значительной мере талыми водами, и у них хорошо выражен процесс увеличения уровня воды весной и в начале лета. Все это определяет фаунистическое сходство этих пресноводных артерий. Кроме рек на территории края насчитывается несколько тысяч больших и малых озер, а также рукотворных прудов и водохранилищ.

В водной среде сглажены климатические различия между районами: суточные и сезонные колебания температуры в водоемах гораздо меньше, чем в воздухе. Это определяет важную особенность географического распространения водных растений. Многие их виды распространены очень широко и не подчиняются законам зональности. Вместе с тем, многие растения водоемов связаны со строго определенными условиями существования и по-разному относятся к температуре, скорости течения воды, глубине, прозрачности водяного слоя, заболачиванию и заилению, характеру и степени засоления и загрязнения, действию волн, колебаниям уровня воды, и поэтому распространение многих видов ограничено небольшими районами, а другие хотя и широко распространены, но приурочены лишь к водоемам одинакового режима.

Озёра — естественные (природные) водоемы, формируются в углублениях земной поверхности, аккумулируют талые, дождевые и подземные воды, стекающие с водосборных бассейнов. Озера делятся главным образом на проточные, т.е. имеющие поверхностный или подземный сток, и бессточные, в которых поступающая вода расходуется только на испарение.

В пределах Приенисейского края насчитываются более 185 тыс. озер, из которых 2,6 тыс. имеют площадь зеркала, равную 1 км<sup>2</sup> и более. На эту группу

приходится 17 тыс. км<sup>2</sup> из общей площади водного зеркала, составляющей 32,5 тыс. км<sup>2</sup>. Наиболее крупные озера с площадью зеркала более 100 км<sup>2</sup> каждое имеют общую площадь 8,4 тыс. км<sup>2</sup>.

На севере края (полуостровов Таймыр) озера пресные имеют термокарстовое, ледниково-тектоническое и пойменное происхождение (Таймыр, Лабаз, Портнягино и др.). На территории Средне-Сибирского плоскогорья пресные озера образованы конечными моренами и горными обвалами (Пясино, Лама, Виви, Северное, Тембенчи и др.). Озера Восточной периферии Западно-Сибирской низменности возникли среди моренных отложений, в поймах рек и в результате термокарстовых процессов (Маковское, Советское, Налимье и др.). В Минусинской котловине, главным образом в Хакасии, распространены в основном бессточные соленые озера эрозионного (эрозионно-тектонического) происхождения: Шира, Учум, Бейское, Алтай и др., такие же озера и в Тувинской котловине (Чедер, Дус-Холь, Хадын и др.). Для горных районов Саян характерны пресные озера моренно-подпрудного, карстового и тектонического происхождения (Агульское, Ойское, Тиберкуль, Азас, Сют-Холь и др.). Дно этих озер, как правило, каменистое, на некоторых скалистые острова, называемые "бараньими лбами". В наиболее теплое время (июль, август) вода в озерах прогревается от 17 до 22 °С на севере края и от 21 до 29 °С — на юге. Замерзание северных озер наблюдается в середине октября, вскрытие — в середине июня-июля. Ледостав продолжается 210-270 суток. Наибольшая толщина льда 110-160 см и более. Некоторые мелкие озера промерзают до дна. Южные озера замерзают в ноябре, вскрываются в апреле-мае. Ледостав продолжается 150-200 суток. Наибольшая толщина льда 90-130 см. На севере территории наибольший подъем уровня воды в озерах наблюдается в июле и достигает 1-6 м. На юге он отмечается в мае-июне, достигая 0,2-0,3 м в степных районах и 0,5-1,5 м — в горных.

Минерализация пресных озер (Чагытай, Тиберкуль, Някшингда, Лама и др.) колеблется от 20 до 550 мг/л, солоноватых и соленых — от 1 до 200 г/л и более (Чалпан, Шира, Алтай, Чедер, Как-Холь, Дус-Холь и др.). В озерах водится много видов промысловых рыб (пелядь, муксун, чир и др.). Воды и грязи многих слабоминерализованных, солоноватых и соленых озер имеют медицинскую ценность, около 30 из них используются или использовались для организованного и неорганизованного лечения (Плахино, Плотбищенское, Тагарское, Соленое, Алтай, Бейское, Шунет, Утичье, Дус-Холь или Сватиково, Шара-Нур и др.). Работают курорты круглогодичного действия на озерах Шира, Учум, Чедер и др. В степных районах территории озер часто служат источниками сельско-хозяйственного водоснабжения (водопой скота) и орошения (Большое, М. Косоголь, Б. Косоголь, Интикуль, Толстый Мыс, Фыркал, Черное и др.). Большое число озер используется в рекреационных целях (Инголь, Сараголь, Большое, Малое, Б. Кирбинское, Б. Кызыкульское, Линево, Власьевское и др.). На некоторых из них действуют дома отдыха и профилактории (М. Кызыкульское, Тагарское).

Одни растения водоёмов живут только в воде, (гидрофиты), другие - на суше, но в местах с высокой или избыточной влажностью почвы. Все гидрофиты имеют общие черты в строении и образе жизни, поэтому то, что будет сказано здесь о водных растениях - жителях водоёмов (гидрофитах), в большей или меньшей степени относится ко всем гидрофитам. Вода во много раз плотнее воздуха и сама поддерживает обитающие в ней растения. Это приводит к недоразвитию или исчезновению их опорных (механических) тканей, поэтому стебли и листья многих водных растений мягки, гибки и легко перемещаются течением.

В воде содержится гораздо меньше кислорода, чем в воздухе, и растения водоёмов обладают многими приспособлениями, предохраняющими их от "кислородного голодания" и способствующими улучшению газообмена. Так,

соприкасающиеся с водой органы водных растений могут поглощать воду с растворенным в ней кислородом всей своей поверхностью. Достигается это благодаря особому строению оболочек клеток покровных тканей. Улучшению газообмена служит сильная расчлененность подводных листьев, благодаря которой увеличивается поверхность соприкосновения их с водой, и развитие во всех органах крупных межклетников и воздушных полостей, по которым поступает воздух из атмосферы. Благодаря способности поглощать воду с растворенными в ней веществами всей поверхностью у некоторых обитателей водоемов оказывается слабо развитой корневая система, а также водопроводящие ткани. В некоторых случаях корень исчезает совсем или только прикрепляет растение к грунту, но практически не доставляет ему питательных веществ. У рясковых корень является прежде всего органом равновесия.

Некоторые растения водоемов покрыты снаружи слизью, которую вырабатывают особые клетки. Считают, что слой слизи предотвращает вымывание из растения солевых растворов.

Температурный режим водоемов резко отличается от температурного режима атмосферы. Летом температура воды обычно ниже температуры воздуха, поэтому растения водоемов сравнительно поздно зацветают и вегетативное размножение преобладает у них над семенным. Кроме того, в подавляющем большинстве растения водоемов — многолетники, что, видимо, тоже объясняется недостатком тепла в течение вегетационного периода. С другой стороны, зимой глубокие водоемы не промерзают и температура воды в глубине остается более или менее постоянной, поэтому на зиму растения рек и озер "прячутся" под воду. Одни из них просто целиком погружаются в глубину, чтобы весной снова всплыть на поверхность; другие зимуют в виде корневищ, стелющихся по дну или погруженных в грунт (кувшинковые, рдесты и другие); у третьих к осени образуются особые зимующие побеги или почки, которые ко времени замерзания водоема погружаются на дно, а весной снова всплывают и дают начало новым растениям.

Как и в морях, в пресных водоемах выделяют две экологические области обитания животных - *бенталь* и *пелагиаль*. Условия жизни животных в пресных водоемах резко отличаются от морских, это связано с лучшим прогреванием рек и озер, низким содержанием солей в воде, а кроме этого речные воды хорошо насыщены кислородом. Гидрофауна недостаточно изучена: зоопланктон водоемов восточных районов близок к байкальскому составу, западного Причулымья — к обскому. В озёрах много бокоплавов - гаммарусов. В состав пресноводного планктона входят коловратки, мелкие ракообразные - дафнии и циклопы, личинки насекомых - поденок, веснянок, комара-пискуна. Активно плавают в толще воды хищные членистоногие - жуки-плавунцы, клоп-гладыш, водяной скорпион. Их добычей становятся не только насекомые и их личинки, но и ракообразные, головастики, моллюски, маленькие лягушата, мальки. Даже поверхностная пленка воды служит местом обитания специально приспособленных к ней видов. В тихих заводях можно видеть бегающих по поверхности воды хищных клопов-водомеров.

Наиболее типичными бентосными организмами являются плоские черви - планарии, малощетинковые черви - трубочники и пиявки, личинки ручейников, мотыль (личинки комара-дергуна), двустворчатые моллюски — беззубки - и брюхоногие - прудовики, катушки.

В самом Енисее из-за быстрого течения планктон небогат, особенно в верхнем и среднем течении, общее количество беспозвоночных значительно возрастает в придонной части нижнего течения. Бентос Енисея значительно разнообразнее планктона и является основой корма рыб. Ихтиофауна богаче в р. Енисей, чем в притоках, и представлена 42 видами и подвидами рыб Сибирского округа голарктической области, из которых 19 видов широко распространены в

Европе и Сибири, 9 встречаются только в Сибири, 2 вида с кругополярным ареалом (корюшка азиатская и колюшка девятииглая), 4 вида восточно-сибирского распространения (сибирский осетр, голец Дрягина, боганидская палья, муксун), 4 вида байкальского бассейна (гольян Чекановского, сибирская щиповка, каменная и песчаная широколобка), 2 вида сибирско-амурского ареала (томский голец, ленок). По видовому составу ихтиофауна Енисея близка с обской: лососевых и осетровых одинаковое количество, а карповых отмечено несколько меньше, чем в Оби.

А.В. Подлесный выделял промыслово-ихтиологические участки Енисея в соответствии с географическим делением реки. Тугуний (средний Енисей от устья Ангары до устья Нижней Тунгуски ) длиной 1148 км, с шириной до 10 км в районе Вороговских островов. Отмечены: минога, осётр, стерлядь, таймень, нельма, ряпушка, тугун, ленок, омуль, пелядь, чир, сизи (2 вида), муксун, хариус, щука, сорога, елец, язь, гольян, пескарь, голец, щиповка, окунь, ёрш, широколобка, налим, подкаменщик пестроногий. Здесь находятся нерестилища основного числа проходных рыб в правые протоки. Налимий участок охватывает весь нижний Енисей от устья нижней Тунгуски до Усть-Порта протяженностью 656 км. Видовой состав рыб аналогичен предыдущему, но без сига речного. А появляется корюшка и девятииглая колюшка. Ниже Курейки резко уменьшается численность хариуса, язя, карася, тугуна. Увеличивается количество нельмы, ряпушки, чира, муксуна, пеляди и особенно сига и налима, чаще встречается омуль. В районе Дудинки проходит северная граница распространения ленка. В этом районе резко увеличивается система придаточных водоемов, в силу чего резко снижается скорость течения на Енисее. Сиговый участок (длиной около 170 км, шириной до 53 км) расположен от Усть-Порта до северной конечности Брехтовского архипелага в дельте Енисея. В главных восточных рукавах дельты обычны проходные нельма и омуль; в центральных и западных рукавах – озерно-речные чир, пелядь и сиг. Севернее дельты – таймень, елец, язь, окунь, налим. Нерестилищ нет, здесь выростная и нагульная площадь. Муксуний участок занимает губу с горлом устья на 170 км севернее Брехтовских островов, там отсутствуют карповые и окуневые, заходят в солоноватые воды камбала, бычки-рогатки, медузы. По устьям проток держится стерлядь, в приустьевых участках – таймень, хариус, налим. Обитает осетр, минога, нельма, ряпушка, омуль, чир, муксун, сиг, корюшка, щука, налим. Здесь находится нересто-выростная площадь муксуна. И, наконец, смешанный участок на стыке Енисея и Карского моря с северной линией остров Диксон – острова Сибирякова характеризуется динамичностью водной среды по температуре и солености. В западной части встречаются как проходные, так и чисто морские виды: сельдь, камбала, сайки, навага, бычки. Основу улова составляют омуль, ряпушка и муксун.

Воды Нижней Тунгуски более бедны кормовыми ресурсами: из-за холодной воды и большого количества гумидных кислот мало планктона. Встречаются стерлядь, таймень, ленок, тугун, хариус, щука, плотва, елец, карась. Подкаменная Тунгуска тоже более бедна кормом и рыбами, преобладают сорога, щука, язь, сиг. Левобережные притоки Енисея не крупные и тиховодные, без островов, мало лососевых (сига, тугуна, тайменя).

Когда температура воды падает ниже 8-10 °С, рыбы и другие животные переходят в более глубокие части водоема, в так называемые зимовочные ямы, зарываются большими группами в ил и остаются в состоянии оцепенения на протяжении всей зимы. Интересное приспособление имеется у осетра - его тело при наступлении сильных холодов обволакивается слизью, предохраняющей от неблагоприятного воздействия окружающей среды, и рыба впадает в зимнюю спячку. Кому не дано поддерживать температуру тела, тому зимой остается одно - заснуть, оцепенеть, чтоб переждать неблагоприятные условия жизни. Так и поступают все холоднокровные животные: моллюски, ракообразные,

пресмыкающиеся. При наступлении зимы они впадают в спячку, именуемую холодным оцепенением.

Наиболее разнообразные и благоприятные для жизни условия создаются в прибрежной зоне пресных водоемов

В пограничных зонах между водой и побережьями обитают полуводные млекопитающие - выдра, бобр, ондатра, водяная полевка, водяная крыса и др.; из пресмыкающихся широко распространен уж обыкновенный. Здесь охотятся хищные млекопитающие - хорек, колонок, ласка, горноста́й, лисица, залетают кобчики, луни. Основу орнитофауны водоемов составляют чирок, кряква обыкновенная, лысуха, поганка-красношейка, нырок хохлатый, гоголь обыкновенный, крохаль большой, чайки сизая и малая, крачка алеутская, бекас, кроншнеп большой; в зарослях камышей – выпь, чибис, дупель лесной, зимородок голубой, редко черный аист. Гнездятся камышовка садовая и толстоклювая, скопа, вороны. Наиболее заселены прибрежные луга: славка-завирушка, дрозд-рябинник, снегирь длиннохвостый, синица большая. Весной и осенью кочуют вальдшнепы, пеночка-таловка, дрозд деряба, чекан луговой. Бобры на территории края были уничтожены человеком 100 лет назад. Реаклиматизация этих животных ведется в крае с 50-х годов прошлого века. А вот ондатра и норка - гости из Северной Америки. Акклиматизация этих животных на территории края велась в 20-30 годы XX века. Из земноводных обычны лягушка сибирская и остромордая, жаба обыкновенная; из насекомых в обилии встречаются саранчовые: кобылки длиннокрылая и белополосая.

#### *Список литературы*

1. Белов А.В., Л.П. Соколова Естественная устойчивость растительности геосистем юга Средней Сибири // География и природные ресурсы. 2011. - № 4. – С. 12-23.
2. Беркутенко А.Н., Полежаев А.Н. и др. Ботанические коллекции и базы данных, карты и информационные системы по растительности // Вестн. Северо-Восточного науч. центра ДВО РАН. – 2007. - № 2. – С. 25-36.
3. Бочарников М.В. Ботаническое разнообразие высотно-поясного спектра северного макросклона Западного Саяна // Изв. Самарского науч. Центра РАН. - 2011. – Т. 13, № 1-4. – С. 974-977.
4. Бугаева К.С., Назимова Д.И. Сосновые боры на северной границе Красноярской лесостепи: динамика фитоценотической структуры за последние 40 лет // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2009. - № 9. – С. 109-118.
5. Валуцкий В.И. Болотная растительность южной части Сибири и ее отражение на среднемасштабной карте // Turczaninowia. – 2008. – Т. 11. №4. – С. 106-128.
6. Василевич В.И. Проблема классификации растительности // Бот. журн. – 2010. – Т. 95, № 9. – С. 1201-1218.
7. Ветлужских Н.В., Макунина Н.И., Мальцева Т.В. Фитомасса и ее структура в основных типах растительности плато Путорана // Растительные ресурсы. – 2009. – Т. 45, № 4. – С. 20-26.
8. Волкова Л.В. Особенности биологии доминантов травяного яруса в черневых лесах Западной Сибири // Бот. журн. – 2009 – Т. 94, № 3. – С. 368-382.
9. Ермаков Н.Б., Полякова М.А., Черникова Т.С. Картографирование лесной растительности в горах Алтае-Саянской горной области // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия биология, клиническая медицина. – 2012. – Т. 10, № 2. – С. 24-30.
10. Зибзеев Е.Г., Басаргин Е.А. Классификация и ценоценозная характеристика некоторых высокотравных сообществ гумидных высокогорий

Западного Саяна // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия биология, клиническая медицина. – 2012. – Т. 10, № 2. – С. 41-47.

11. Исмаилова Д.М., Назимова Д.И. Барьерно-дождевые леса Западного Саяна // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия биология, клиническая медицина. – 2009. – Т. 7, № 4. – С. 3-6.

12. Карпенко Л.В. Региональные особенности болот в бассейне р. Нижней Тунгуски // Вест. Краснояр. гос. аграр.ун-та. – 2011. - № 9. – С. 115-119.

13. Косых Н.П., Махатков И.А. Структура растительного вещества в лесоболотных экосистемах средней тайги Западной Сибири // Вестн. Томского гос. пед. ун-та. – 2008 - № 4. – С. 77-80.

14. Кравцова В.И. Пространственная структура экотона тундра-тайга на плато Путорана (по космическим снимкам сверхвысокого разрешения) // Вестн. Моск. ун-та. Серия 5 География. – 2012. - № 1 – С. 67- 74.

15. Кулешова Ю.В. История исследования флоры и растительности г. Сосновоборска (Красноярский край) // Вестн. Краснояр. гос. аграр.ун-та. – 2011. - № 5. – С. 26-29.

16. Лащинский Н.Н., Ветлужских Н.В. Леса класса Pinnati- Betuletea pendulae на северном пределе их распространения // Вестн. Томского. гос. ун-та. Биология. – 2009. - № 3. – С. 5-18.

17. Лащинский Н.Н., Писаренко О.Ю. Ленточные болота междуречья рек Кия и Яя (Западная Сибирь) // Раст. мир Азиатской России. – 2010. – Т. 1. № 1. – С. 42-48.

18. Лебедева С.А., Лебедев Е.А. Флора засоленных местообитаний Минусинской котловины // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия биология, клиническая медицина. – 2010. – Т. 8, № 3. – С. 183-189.

19. Макунина Н.И. Структура растительности степного и лесостепного поясов межгорных котловин Хакасии и Тувы // Раст. мир Азиатской России. – 2010. - № 2. – С. 50-57.

20. Москаленко М.Г. Изменение растительности севера Западной Сибири в условиях меняющегося климата и техногенных нарушений // Изв. Рус. геогр. об-ва. – 2012. – Т. 144, № 1. – С. 63а-72.

21. Намзалов Б.Б., Холбоева С.А. и др. Особенности структуры лесостепи в экотонной зоне Южной Сибири и Центральной Азии // Аридные экосистемы. – 2012. – Т. 18, № 2. – С. 17-27.

22. Полякова М.А., Ермаков Н.Б. Классификация сосновых лесов боровых лент Минусинской межгорной котловины (Южная Сибирь) // Растительность России. – 2008. - № 13. – С. 82-105.

23. Савченкова В.А. Особенности формирования луговой травяной растительности на вырубках Среднего Приангарья // Хвойные бореальной зоны. – 2011. – Т. XXVIII, № 1-2. – С. 137-140.

24. Телятников М.Ю. Интразональная растительность высокогорий северо-западной части плато Путорана // Раст. мир Азиатской России. – 2011. – Т. 1. № 1. – С. 66-72.

25. Третьякова И.В., Бажина Е.В., Пахарькова Н.В., Сторожев В.Н. Состояние пихтово-кедровых лесов природного парка «Ергаки» и их флуоресцентная диагностика // Хвойные бореальной зоны. – 2008. – Т. XXV, № 3-4. – С. 237-243.

26. Филиппова И.П., Перевозникова В.Д. Анализ флоры островов реки Енисей в районе г. Красноярска // Вестн. Краснояр. гос. аграр.ун-та. – 2007. - № 6. – С. 111-115.

## Глава 4. Экологические проблемы Красноярского края

### Лекция 1. Человек и природная среда

1. Эколого-экономические системы и их особенности
2. Антропогенное воздействие на природную среду
3. Классификация основных видов антропогенного воздействия

Появившиеся в результате антропогенной деятельности эколого-экономические системы в основном нарушают естественные экологические принципы функционирования экосистем.

*Эколого-экономическая система* рассматривается как совокупность взаимодействия объектов промышленной деятельности человека и природы. Пути взаимодействия живых систем между собой и окружающей средой определяют экологическую структуру, которая представлена биотическими и абиотическими компонентами. Основными элементами экономической системы являются производительные силы и производственные отношения (рис. 7).

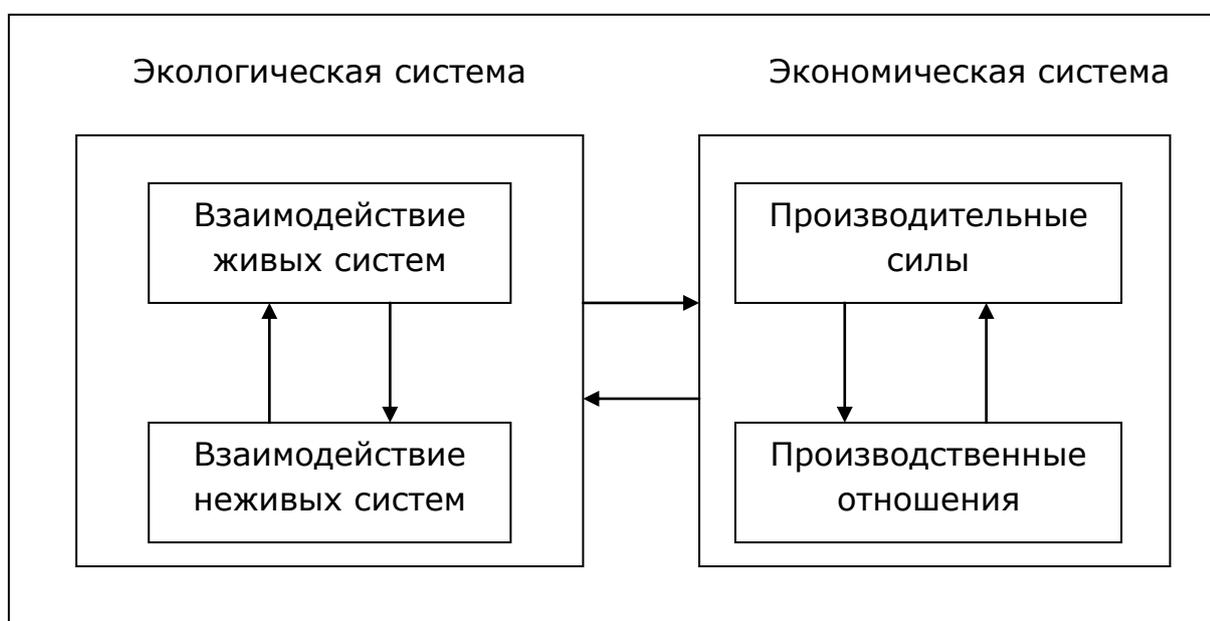


Рис. 7. Структура эколого-экономической системы

Более развернуто ее определение сформулировано Н.Ф. Реймерсом, как раздел «большой» экологии, рассматривающей «воздействие предприятий на окружающую среду», от отдельных предприятий до техносферы – на природу и, наоборот, влияние условий природной среды на функционирование предприятий и их комплексов.

Изначально понятия «экономика» и «экология» имеют один корень «экос», что в переводе с греческого – дом, жилище. Но жить в экономически современном «доме» уже становится небезопасно. «Экологически люди выступают в роли неразумных паразитов, разрушающих среду жизни». Специалисты подсчитали, что природа в состоянии самостоятельно компенсировать нанесенный ей ущерб при допустимом потреблении первичной продукции биосферы не более 1 %. Современное общество потребляет сегодня более 10 % природных ресурсов. Такой ущерб природа уже не в состоянии самостоятельно восстановить. Кроме того,

«любое производство, даже «безотходное», невозможно без выбросов энергии, возрастание которых грозит термодинамическим балансом».

Природа является единственным первоисточником богатства и потому естественной основой благосостояния любой нации, любого государства. В настоящее время согласно статистике на долю богатейших 25 стран мира (17 % населения Земли – «золотой миллиард») приходится более 80 % мирового валового внутреннего продукта. Это реалии сегодняшней жизни, которые обусловлены современной политической и экономической ситуацией.

Каждая эколого-экономическая система имеет свою определенную структуру, которая зависит от природных особенностей данной территории, наличия ресурсов и существующей или возможной хозяйственной деятельности человека, направленной на превращение природных ресурсов в жизненные блага.

К основным признакам ЭЭС можно отнести следующие:

1. ЭЭС – открытые системы. Для постоянного развития ЭЭС необходим приток энергии (для живых систем – в виде пищи, света и т.п., для экономики – тепловая, атомная энергия и т.п.), вещества (материалов) и информации. В соответствии со вторым началом термодинамики «любая (неограниченно растущая) система может развиваться только лишь за счет (деструкции) окружающей ее среды». Соотношение между потоками энергии, вещества и информации определяет важнейшие количественные и качественные характеристики системы. Информационные технологии играют важную роль, так как способствуют активному внедрению в современное производство новейших научных достижений различных стран.

2. ЭЭС – высокоорганизованные и упорядоченные системы. Для производства жизненных благ человек использует природные ресурсы («земля» - экосистемы различного уровня), свой труд и капитал. Ресурсы производства, формирующие основу экономического потенциала общества, совокупность экономических и экологических законов, формы и методы организации хозяйственной деятельности образуют упорядоченную, высокоорганизованную ЭЭС, в которой энтропия (мера хаоса, мера беспорядка) в результате разумного хозяйствования человека должна оставаться на одном уровне ( $\Delta S = 0$ ). Если энтропия будет постоянно повышаться ( $\Delta S > 0$ ), то такой процесс может привести к частичному или даже полному разрушению эколого-экономической системы.

3. ЭЭС – системы, обладающие самоорганизацией. Как экологические системы, так и экономические способны к самоорганизации, т. е. за счет изменения структуры системы управления происходит приспособление, адаптация к изменяющимся условиям внешней среды и внутренних потребностей.

4. ЭЭС – системы, способные к развитию. В результате непрерывного функционирования в эколого-экономической системе под воздействием техногенной деятельности человека изменяется не только характер, формы и способы хозяйственной жизни, но общее состояние системы. Историческое развитие сопровождается формированием новых видов и более сложных систем (ЭЭС города, техносфера, социосфера и т.п.).

5. ЭЭС – динамичные системы, которые способны использовать информацию с целью изучения и улучшения отношений между людьми и природой в процессе производства, распределения, обмена и потребления жизненных благ.

Выделим основные принципы функционирования эколого-экономических систем:

1. Принцип дополнительности (предложен в области физики Н. Бором). В XXI в. человек не может эффективно производить современные блага цивилизации без взаимодополняющих частей – экологической и экономической систем. В связи с тем, что экономика или хозяйственная жизнь человеческого общества не может успешно развиваться без потребления ресурсов природы, необходимо противостоять

увеличению энтропии ( $\Delta S > 0$ ). Если рассматривать развитие экономической системы отдельно, как было раньше, то современный глобальный экологический кризис может постепенно перерасти в мировую экологическую катастрофу.

2. Принцип внутреннего динамического равновесия (сформулирован Н.Ф. Реймерсом для природной среды). «Вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных природных систем (в том числе экосистем) и их иерархии взаимосвязаны настолько, что любое изменение одного из этих показателей вызывает сопутствующие ... перемены...». В сфере производства любое изменение среды обитания (при притоке энергии, информации, вещества, в т.ч. синтетических материалов) неизбежно приводит к изменению, появлению и развитию новых технологий в экономической среде, формированию новой эколого-экономической системы.

3. Принцип корреляции (предложен в области экологии Н.Ф. Реймерсом) является следствием принципа внутреннего динамического равновесия. В эколого-экономических системах принцип корреляции состоит в том, что определяет функциональное соответствие двух основных составных частей системы. Исчезновение одного элемента неизбежно приведет к изменению структуры ЭЭС, что повлечет за собой изменение функциональных особенностей всей системы до глобального уровня. Для экономических систем существуют механизмы экономической координации, в экологических системах – принципы минимума, максимума и другие законы, определяющие область толерантности организмов.

4. Принцип неопределенности (выдвинут в области физики В. Гейзенбергом). Состояние неопределенности присуще любой человеческой деятельности (например, в искусстве: кубизм, футуризм, абстракционизм и т.п.). В экономике неопределенность заключается в недостаточной предсказуемости последствий принятия хозяйственных решений (экономический кризис и т.п.). Например, стоимость нефти на рынке зависит от ее количественной и качественной характеристики (разведанные запасы, добыча, химический состав), человеческого фактора (политические, социальные условия, сезонный спрос и т.п.), техногенного фактора (техника и технологии) и геологических процессов (землетрясения, наводнения, цунами). Таким образом, для ЭЭС принцип неопределенности связан с многофакторным воздействием как естественного, так и искусственного происхождения. Причем определить точно все показатели сразу нельзя. Можно говорить лишь о вероятности того, в каком состоянии в данный момент времени находится эколого-экономическая система.

Изучение особенностей эколого-экономических систем в настоящее время приобретает большое значение, так как позволяет адекватно оценить «сильные» и «слабые» стороны современного производства.

Развитие научно-технического прогресса оказывает мощное воздействие на биосферу и протекающие в ней процессы. Такое воздействие обусловлено различными антропогенными факторами, которые обязаны своим происхождением человеческой деятельности. В процессе природопользования человек изменяет окружающую среду, причем эти изменения часто носят непреднамеренно отрицательный характер, который может проявиться как в настоящем, так и в отдаленном времени. Человек, стараясь улучшить условия обитания, во все возрастающем количестве вовлекает в потребление природные ресурсы. Наряду с нужной продукцией при этом производятся побочные продукты, называемые отходами, или ксенобиотиками. В основном они чужды живым организмам, поскольку не участвуют в эволюции жизни. Так, лишь в последнее время в атмосфере появились тяжелые металлы, фреоны, пестициды. Такие вещества, как озон, фенолы, оксиды серы и азота, всегда присутствовали в биосфере, но в значительно меньшей концентрации. Возрастающее содержание загрязнителей

привело к возникновению таких не свойственных для живой природы экологических проблем, как парниковый эффект, смоги, загрязнение природной среды токсикантами, озоновые дыры и т.д.

Символами современности стали загрязнение воды, воздуха и почвы, растущие горы промышленного и бытового мусора.

Особо опасными считаются диоксины, полихлорбифенилы и полициклические углеводороды, прежде всего бензопирен. Основная опасность диоксинов заключается в их способности эффективно накапливаться в живых организмах и вызывать отдаленные последствия хронического отравления малыми дозами. В организме при ассимиляции веществ происходят сложные биохимические реакции. При включении в цикл ксенобиотиков метаболизм клетки нарушается, что приводит к весьма отрицательным последствиям. Так, наличие в воздушной среде повышенного содержания соединений фтора, кобальта, серы изменяет природный процесс фотосинтеза растений, что вызывает гибель древостоев, снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Повышенное содержание в сточных водах фенолов и кислот снижает рыбные ресурсы. Источниками бензопирена служат предприятия черной и цветной металлургии, литейное производство, асфальтобетонные заводы, ТЭС, транспорт, мусоросжигание. Обжиг графитовых стержней в алюминиевом производстве ведет к образованию бензопирена и возникновению новообразований в организме. Следует отметить, что наиболее высокие концентрации бензопирена отмечаются в городах Сибири в зимнее время. Помимо ксенобиотиков на жизненные процессы оказывают влияние и другие факторы окружающей среды. Так, сброс в водоемы теплой воды или изменение режима суточной освещенности отрицательно сказывается на живых организмах.

Многие поллютанты при совместном действии усиливают токсичные влияния и вызывают разнообразные заболевания человека и ухудшение его среды обитания. При этом масштаб воздействия антропогенных факторов переходит от локальных форм, свойственных еще первой половине XX в., к планетарным масштабам. По данным института Всемирного наблюдения (г. Вашингтон), уже происходит деградация природной среды. Согласно сводкам ФАО, ежегодно уничтожаются влажнотропические леса на площади 16,8 млн га (в середине 80-х гг. XX в. – 11 млн га); возникают из-за неправильного использования земель около 6 млн га пустынь; теряются 26 млрд т плодородного слоя пахотных земель. В результате кислотных дождей повреждены леса на площади около 31 млн га и тысячи озер в США, Канаде, Швеции, Норвегии. Под угрозой исчезновения находится не менее 25-30 тыс. видов высших растений и т.д.

При этом темпы загрязнения среды с каждым годом нарастают, о чем свидетельствуют материалы конференции ООН по окружающей среде и развитию (Бразилия, 1992). Так, ежедневно в океан выливается 12 тыс. баррелей нефти, парк автомобилей увеличивается на 140 тыс. ед. Все это сопровождается ежедневным приростом населения планеты на 250 тыс. человек. Весьма тревожное положение сложилось и в России. Эмиссия воздушных загрязнителей, составляющая до 130 кг/чел, огромные отвалы горнодобывающих предприятий и хранилища отходов, загрязненная вода большинства рек и озер, радиоактивное загрязнение обширных территорий и т.д. обуславливают значительную деградацию природной среды в России.

Прошедшая XIX специальная сессия Генеральной Ассамблеи ООН подвела итоги пятилетнего периода после конференции в Рио-де-Жанейро. Констатируется, что пока не улучшилась ни одна глобальная экологическая характеристика. Осталось на бумаге обещание развитых стран ежегодно передавать 0,7 % национального дохода развивающимся странам на охрану природы.

В настоящее время накапливающиеся отрицательные последствия технического и технологического развития человеческого общества и его интенсивного наступления на природу могут привести к ядерной и экологической катастрофе.

Необходим переход к устойчивому развитию, которое предполагает оптимизацию уровня потребления человечеством материальных благ и постепенное восстановление экологических систем до уровня, обеспечивающего экологическое равновесие окружающей среды.

Антропогенное воздействие – это деятельность, связанная с реализацией экономических, военных, рекреационных, культурных и других интересов человека, вносящая физические, химические, биологические и другие изменения в природную среду.

Антропогенез – процесс историко-эволюционного формирования физического типа человека, первоначального развития его трудовой деятельности, речи. С интенсивным развитием человеческого общества антропогенные воздействия все больше охватывают отдельные компоненты природы и природные комплексы.

1. По экологическим последствиям антропогенное воздействие подразделяют:
  - на положительные (воспроизводство природных ресурсов, восстановление запасов подземных вод, полесозидательное лесоразведение и т.п.);
  - на отрицательные (истощение запасов природных ресурсов, загрязнение).
2. По происхождению воздействие человека может быть:
  - прямым (основным);
  - опосредованным (косвенным).
3. По времени действия и площади распространения:
  - длительные и кратковременные,
  - точечные и площадные.

## **Лекция 2. Промышленное производство Красноярского края и его воздействие на природную среду**

1. Природные ресурсы и их классификация
2. Химический аспект деятельности человека
3. Потребление сырья и образование отходов

*Природные ресурсы и их классификация.* Есть сведения, что на каждого человека ежегодно извлекается до 3 т ископаемого сырья, представляющего собою преимущественно топливо, руды, удобрения и строительные материалы. Их запасы на планете распределены неравномерно. Большая часть полезных ископаемых добывалась наилучшим способом. Применение эффективных технологических схем переработки руд позволяет использовать запасы «бедного» сырья и отработанные отходы, что существенно повышает их потенциал.

Россия, несмотря на различные оценки потенциальных запасов полезных ископаемых, несомненно, обладает достаточно развитой минерально-сырьевой базой (в % от общемировых): апатитов (64,5); природного газа (35,4); железа (32,0); никеля (31); бурых углей (29); олова (27); кобальта (21); цинка (16); урана (14); нефти (13); свинца (12); меди (11). Кроме того РФ имеет крупные запасы золота, алмазов, изумрудов, платины и др. Общие разведанные балансовые запасы основных видов полезных ископаемых России в начале XXI в. оценивались почти в 30 трлн дол., а прогнозный потенциал – в 150 трлн дол. Однако из разведанных почти 20 тыс. месторождений (в основном в СССР) различных видов полезных ископаемых только 37 % в настоящее время осваиваются промышленностью. Доля российского минерального сырья в мировой добыче ископаемого топлива составляет 10-30 %, металлов – 20-25 %. В то же время крупнейшие месторождения находятся в

малодоступных районах, что затрудняет их вовлечение в производство. С распадом СССР Россия осталась без хрома, титана, ртути, сурьмы и ежегодно затрачивает на их закуп до 2 млрд дол. Трудно идет освоение новых нефтяных месторождений. С 1992 г. прирост разведанных запасов полезных ископаемых не покрывает их добычи. Ресурсонасыщенность России, измеряемая количеством потребляемых ресурсов на душу населения, в 1,5-3 раза ниже, чем в промышленно развитых странах.

Красноярский край является крупнейшей природно-сырьевой базой России: 1-е место в РФ занимает по запасам угля (70 % российских запасов угля), нефелиновых руд, магнетитов, графита, никеля и платиноидов (95 % российских запасов никеля и платиноидов); 2-е место – по разведанным запасам золота (более 20 % российских запасов золота) и начальным суммарным ресурсам нефти, природного газа и конденсата; кроме того, значительны запасы свинца, цинка, кадмия, алюминия, железа, хрома, марганца, титана, серебра и других полезных ископаемых.

В Красноярском крае добываются практически все российские платиноиды, 75 % кобальта, 80 % никеля, 70 % меди, 24 % свинца, 16 % угля от общей добычи России. По добыче золота Красноярский край занимает одно из первых мест среди российских регионов. В Северо-Енисейском районе находится месторождение «Олимпиадинское» (второе по объему запасов в России), на котором в течение 30 лет возможна крупномасштабная добыча золота. Общий объем прогнозных расчетов: россыпного золота 10 т; коренного золота 5 т.

Канско-Ачинский угольный бассейн считают крупнейшей минерально-сырьевой базой для топливно-энергетического комплекса Красноярского края. Общие разведанные запасы угля составляют 806 млрд т, из них промышленно освоены лишь 7 %. Ценность бассейна определяется широким распространением сверхмощных пластов угля, залегающих на небольших глубинах и доступных для эффективной добычи открытым способом. В настоящее время эксплуатируются месторождения «Назаровское», «Березовское», «Ирша – Бородинское». Средняя добыча угля составляет свыше 50 млн т в год.

Норильский рудный район богат медно-никелевыми рудами, после обогащения которых получают медный, никелевый и пирротинный концентраты. Кроме того, ЗФ ОАО ГМК «Норильский Никель» – крупнейший в мире производитель металлов платиновой группы: Pt, Pd, Rh, Ir, Os, Ru. Он обеспечивает потребности России в меди, никеле, кобальте более чем на 70 %, в металлах платиновой группы – на 90 %.

Основные запасы свинца и цинка сосредоточены в Горевском свинцово-цинковом месторождении, которое относится к разряду крупнейших в мире по запасам свинца (42,4 % – промышленных запасов свинца, 2,5 % – запасов цинка России). В настоящее время на Горевском горно-обогатительном комбинате добывается и перерабатывается до 200 тыс. т руды, из которой производится 16-18 тыс. т свинцовых концентратов, содержащих 50-60 % свинца и до 450 г/т серебра. В Красноярском крае разведано 27 месторождений нефти (запасы которой составляют 1011,3 млн т), газа (запасы – более 1 трлн м<sup>3</sup>), газоконденсата (запасы – 50 млн т). В 2009 г. начата добыча нефти на Ванкорском месторождении (Туруханский район). В Красноярском крае находятся крупные ресурсы железно-алюминиевого сырья в объеме 600 млн т, в т.ч. 200 млн т низкокачественных бокситов, включающих 22,4 % глинозема, 12,2 % – кремнезема, 35,2 % – оксидного железа. Железные руды представлены в основном магнетитовым сортом, являются бедными (26-35 % железа), но легкообогатимыми.

Большое значение в освоении природных ресурсов имеют экономические факторы, определяющие рентабельность их хозяйственного использования. Часто потребности в природном ресурсе полностью блокируются технологической

невозможностью их освоения. Техническое и технологическое несовершенство многих процессов извлечения и переработки природных ресурсов, соображения экономической рентабельности и недостаток знаний об объемах и величинах природного сырья заставляют при определении природно-ресурсных запасов выделять несколько категорий по степени технической и экономической их доступности и изученности.

В связи с двойственным характером понятия «природные ресурсы», отражающим их природное происхождение, с одной стороны, и хозяйственную, экономическую значимость – с другой, разработаны и широко применяются несколько классификаций.

#### 1. Классификация природных ресурсов по происхождению

Природные ресурсы возникают в природных средах (водах, атмосфере, растительном или почвенном покрове и т.д.) и в пространстве образуют определенные сочетания, меняющиеся в границах природно-территориальных комплексов.

*Ресурсы природных компонентов.* Каждый вид природного ресурса обычно формируется в одном из компонентов ландшафтной оболочки. По принадлежности к ним выделяются ресурсы: минеральные, климатические, водные, растительные, земельные, почвенные, животного мира. При использовании приведенной классификации основное внимание уделяется закономерностям пространственного и временного формирования отдельных видов ресурсов, их количественным и качественным характеристикам, особенностям режима, объемам естественного восполнения запасов.

*Ресурсы природно-территориальных комплексов.* На данном уровне учитывается комплексность природно-ресурсного потенциала территории, вытекающая из соответствующей комплексной структуры самой ландшафтной оболочки, которая обладает определенным набором разнообразных видов природных ресурсов. В зависимости от свойств ландшафта, его места в общей структуре, сочетания видов ресурсов их количественные и качественные характеристики меняются очень существенно, определяя возможности освоения и организации производства. Часто возникают такие условия, когда один или несколько ресурсов определяет направление хозяйственного развития целого региона. Практически любой ландшафт имеет климатические, водные, земельные, почвенные и другие ресурсы, но возможности хозяйственного использования весьма различны. На этом основании выделяют природно-ресурсные территориальные комплексы по наиболее предпочтительным видам хозяйственного освоения. Они делятся на горно-промышленные, сельскохозяйственные, водохозяйственные, лесохозяйственные, селитебные, рекреационные и др..

#### 2. Классификация по видам хозяйственного использования

По этому признаку природные ресурсы делятся на ресурсы промышленного и сельскохозяйственного производства.

*Ресурсы промышленного производства.* Эта подгруппа включает все виды природного сырья, используемые промышленностью. В силу очень большой разветвленности производства и наличия многочисленных отраслей виды природных ресурсов дифференцируются:

- на энергетические, к которым относятся разнообразные виды ресурсов, используемых на современном этапе развития науки и техники для производства энергии: горючие полезные ископаемые, гидроэнергоресурсы (энергия свободно падающих речных вод, приливно-волновая энергия морских вод и др.), источники биоконверсионной энергии (топливная древесина, биогаз из отходов сельского хозяйства), ядерное сырьё, используемое для получения атомной энергии;

- на неэнергетические, включающие подгруппу природных ресурсов, которые поставляют сырьё для различных отраслей промышленности или же участвуют в производстве по технологической необходимости: полезные ископаемые, воды промышленного водоснабжения, земли, занятые промышленными объектами и объектами инфраструктуры, лесные ресурсы, поставляющие сырьё для лесохимии и строительной индустрии, и т.д.

*Ресурсы сельскохозяйственного производства*, объединяющие виды ресурсов, участвующие в создании и сельскохозяйственной продукции: агроклиматические ресурсы (тепло и влага, необходимые для продуцирования культурных растений или выпаса скота), почвенно-земельные ресурсы (земля и ее верхний слой – почва), растительные кормовые ресурсы (ресурсы биоценозов, служащие кормовой базой для скота), водные ресурсы – воды, служащие для орошения земель, и т.п.

### 3. Классификация природных ресурсов по признаку исчерпаемости

При учете запасов природных ресурсов и объемов, их возможного хозяйственного изъятия пользуются представлениями об исчерпаемости запасов. Согласно этой классификации все природные ресурсы по исчерпаемости делятся на две группы (рис. 8).

К *неисчерпаемым (неистощимым) ресурсам* относят космические, климатические и водные. Космические ресурсы – солнечная энергия, энергия морских приливов и отливов. Поступление первой из них во многом зависит от состояния атмосферы, ее загрязненности. Климатические ресурсы включают воздух, энергию ветра, осадки. Иногда к неисчерпаемым ресурсам относят атмосферу и гидросферу в целом, хотя при значительных загрязнениях они могут переходить в категорию исчерпаемых.

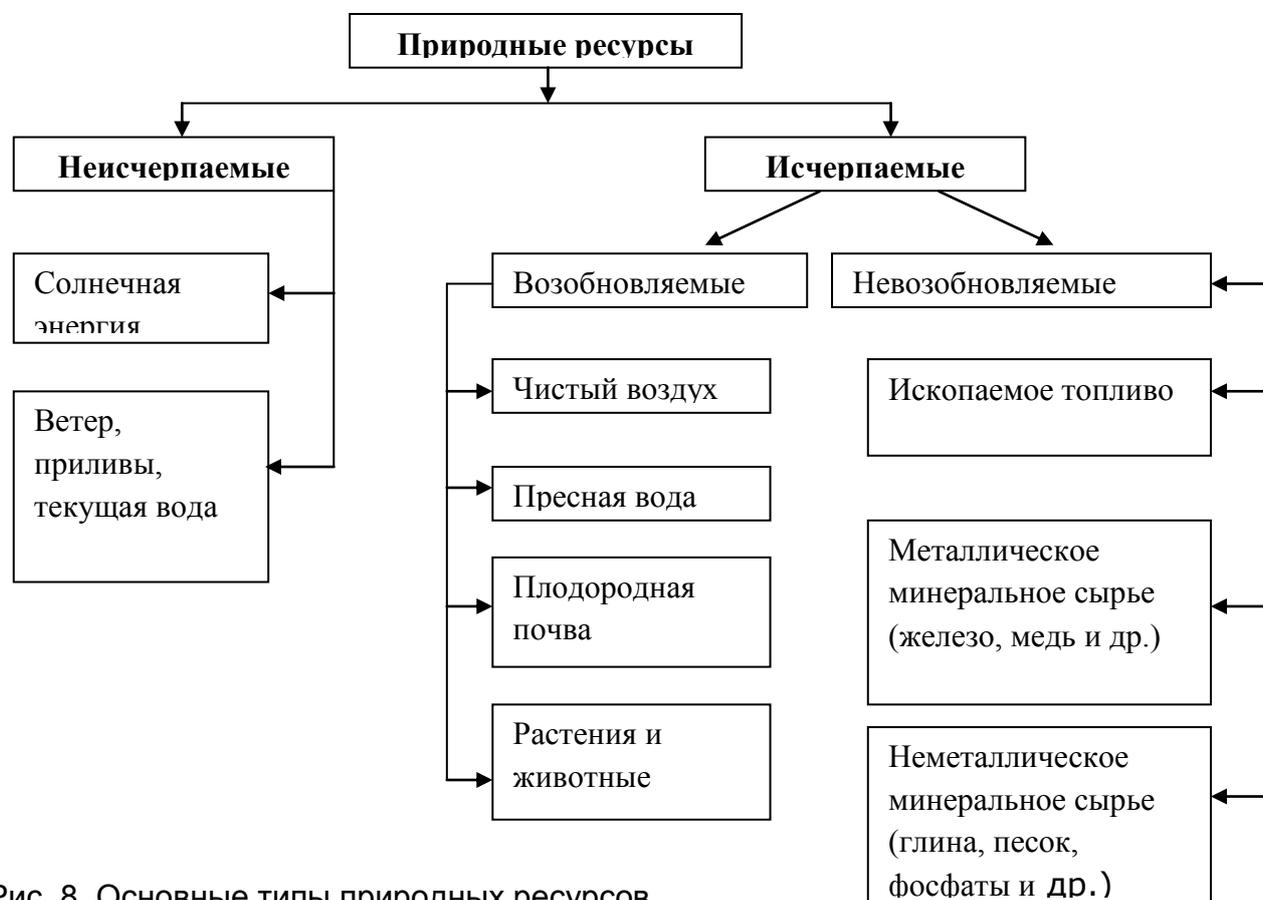


Рис. 8. Основные типы природных ресурсов

*Исчерпаемые ресурсы* те, количество которых неуклонно уменьшается по мере их добычи или изъятия из природной среды. Их невозобновляемая часть либо совершенно не восстанавливается, либо восстанавливается темпами, несоизмеримыми с их расходом человеком. К ним принадлежат, в первую очередь, полезные ископаемые, использование которых ведет к истощению. Охрана таких ресурсов заключается в их бережном, рациональном и комплексном использовании, предусматривающем возможно меньшие потери и поиск заменителей.

К *относительно возобновляемым* ресурсам относят почву, способную давать урожай растений, а также лесные фитоценозы. Почва создается медленно при участии живых организмов и климата. Весьма продолжительное время необходимо и для воспроизводства высокопродуктивных насаждений.

Под *возобновляемыми* ресурсами понимают растительность, животный мир и некоторые минералы, такие как соли, осаждающиеся в озерах. Их восстановление идет с разной скоростью. Темпы расхода возобновляемых ресурсов должны совпадать с их восстановлением. В ином случае они переходят в невозобновляемую или относительно возобновляемую категорию.

К исчерпаемым относятся также рекреационные ресурсы, обеспечивающие отдых и восстановление здоровья, и эстетические, воздействующие на духовные богатства людей.

Кроме того, под исчерпаемыми (невозобновляемыми) природными ресурсами понимают минеральные ресурсы. Это все пригодные для потребления материальные составляющие литосферы, используемые в хозяйстве как минеральное сырье или источники энергии (ископаемое топливо, руда).

*Химический аспект деятельности человека.* Проблема загрязнения окружающей среды возникла в середине XX в., хотя уже в Древней Греции знали о болезнях, связанных с неблагоприятным действием загрязненного воздуха и воды. Начало широкому использованию природных ресурсов и, следовательно, химическому загрязнению внешней среды отходами производства положила промышленная революция. Первыми в атмосферу стали выбрасывать золу и сернистый газ. С развитием промышленности, энергетики и транспорта число загрязнителей непрерывно возрастает.

В последние 20-30 лет объем загрязняющих воздух и воду веществ настолько возрос, что наблюдаются изменения и даже полное преобразование состава и круговорота соединений.

На примере США показано, что в 1970-х гг. количество вносимых человеком в природную среду веществ сравнялось с массой продуктов, продуцируемых растительностью на этой территории. Американцы составляют 4,85 % населения мира, потребляют треть мировых ресурсов, американская промышленность создает треть мировой продукции и выбрасывает в атмосферу 50 % загрязняющих веществ.

Рост масштабов производства порождает все большие объемы поднятия на поверхность содержимого недр. Так, в 1968 г. на каждого жителя планеты приходилось 20 т породы, в 1974 г. – 27 т, в 1992 г. на жителя России – 92 т, а среднего краснорца – на порядок больше. Такое нарастание обусловлено, в том числе, и тем, что российское производство опирается на технологию, которая в отношении использования природных ресурсов является крайне отсталой, морально и физически устаревшей, позволяющей полезно использовать лишь их незначительную часть.

В начале XXI в. в России около 65 % выбросов от стационарных источников приходилось на европейскую часть. Это результат деятельности промышленных предприятий Уральского, Северного и Центрального районов. Наибольшая суммарная плотность выбросов на единицу площади имеет место в Уральском,

Центральном и Центрально-черноземном районах. По объему выбросов вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных источников бесспорным «лидером» является Красноярский край (ЗФ ОАО ГМК «Норильский никель»), на втором месте – Свердловская область. В РФ наибольший вклад в загрязнение среды вносят электроэнергетика (26,8 %), цветная металлургия (22,5 %), черная металлургия (15,8 %), нефтедобыча (9,0 %), нефтепереработка (5,1 %), угольная (3,8 %), газовая (3,1 %) и машиностроение (3,1 %).

Ориентировочные подсчеты показывают, что ежегодно в атмосферу поступают десятки миллионов тонн вредных газов и пыли. При этом серьезную опасность для здоровья населения крупных городов представляет автотранспорт. Вклад его выбросов составляет: свинца – 90 %, оксидов азота – 50 %, органических компонентов – около 30 %. Около 70 % свинца, добавленного к бензину с этиловой жидкостью, попадают в атмосферу с отработавшими газами, из них 30 % оседают на почве сразу, а 40 % остаются в атмосфере. Один грузовой автомобиль средней грузоподъемности выделяет 2,5-3 кг свинца в год.

На расстоянии 200 м от автодорог содержание свинца в 25-30 раз превышает допустимый уровень, а у перекрестков улиц больших городов содержание свинца в 200-300 раз превосходит фоновое, и это число неуклонно растет.

Один автомобиль (при пробеге в год 15 тыс. км) потребляет около 4 т кислорода, сжигает примерно 2-3 т топлива и выбрасывает в окружающую среду 3,25 т диоксида углерода, 530 кг оксида углерода, 27 кг азота и 10 кг резиновой пыли. В высокоурбанизированных зонах транспортом выбрасывается свыше 90 % углекислого газа, по 60 % оксидов азота и хлористого водорода и более 10 % сернистого газа. Кроме того, дорожный и воздушный транспорт являются основными вкладчиками в проблему шума. Российское законодательство предусматривает меры по существенному снижению загрязнения от индивидуальных транспортных средств. Однако в связи с увеличением количества автомобилей и объема перевозимых грузов его вклад в общих выбросах возрастает: сернистого газа с 4 до 12 %, оксидов углерода с 22 до 24 % и азота с 58 до 59 %.

Весьма значителен вклад в загрязнение атмосферы тепловых станций, характер и состав которых зависит от качества топлива и вида установок. Основными загрязнителями служат продукты полного (зола и окислы серы) и неполного (угарный газ, сажа, углеводороды) сгорания топлива. Их опасный компонент – окись азота, образующаяся в основном за счет атмосферного азота при высоких температурах.

Так, тепловая станция средней мощности, работающая на угле, ежедневно выбрасывает в воздух до 30 т сернистого ангидрида и 40 - 50 т золы. При сжигании нефти зола образуется в малом количестве, но резко возрастает выход сернистых соединений. Котельные, работающие при сравнительно низких температурах, выбрасывают в значительных количествах сажу. В 2000 г. атмосферные выбросы российской электроэнергетики составили 3,86 млн т, в том числе твердой фракции 1,14 млн т.

Основная часть электроэнергии в мире (более 60 %) вырабатывается на ТЭС, использующих твердое топливо (уголь).

В результате сжигания в течение года 2,1 млрд т каменного и 0,8 млрд т бурого угля в окружающую среду выбрасывается 225 тыс. т мышьяка (для сравнения: годовое производство мышьяка в мире составляет 40 тыс. т), 255 тыс. т германия (производится 100 тыс. т), 153 тыс. т кобальта (производится 1,3 тыс. т). Значительное влияние на загрязнение атмосферы оказывает вид топлива (табл. 3).

*Таблица 3*

Загрязнение атмосферы при работе ТЭС на разных типах топлива, г/кВт·ч

Компоненты	Вид топлива			
	Каменный уголь	Бурый уголь	Мазут	Природный газ
Оксиды серы	6,0	7,7	7,4	0,002
Оксиды азота	21,0	3,4	2,4	1,9
Твердые частицы	1,4	2,7	0,7	-
Фтористые соединения	0,05	1,4	0,004	-

Из промышленных предприятий серьезными загрязнителями воздуха являются металлургические заводы. В России это ЗФ ОАО ГМК «Норильский никель», ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат», ОАО «Северсталь» (г. Череповец), ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», АО «Западно-Сибирский металлургический комбинат» (г. Новокузнецк). Они выбрасывают много пыли и сернистого газа. Вместе с доменным газом выбрасываются производные мышьяка, фосфора, свинца и других металлов. Предприятия черной металлургии выбрасывают в атмосферу 15-20 % от суммы всех промышленных загрязнителей, а в районе крупных комбинатов – 60-90 %. В среднем на 1 млн т продукции выделяется: пыли – 350, сернистого газа – 200, оксида углерода – 400 и оксида азота – 42 т/сут. Особенно много выбросов в коксохимическом производстве. Среди специфических загрязнителей здесь присутствуют токсиканты: пиридиновые основания, ароматические углеводороды, фенолы, аммиак, бензопирен, синильная кислота. Выброс пыли в расчете на 1 т передельного чугуна составляет 4,5 кг, сернистого газа – 2,7, марганца – 0,6-0,1 кг. Весьма существенно загрязнение атмосферы предприятиями цветной металлургии (при получении 1 т алюминия в зависимости от типа и мощности электролиза расходуется около 38-47 кг фтора, при этом около 65 % его попадают в атмосферу). В частности, в Красноярском крае они определяют антропогенное воздействие, составляя 86,85 % (2010 г.) от суммарного количества эмиссий. Особенно велико их значение в крупнейших городах края: Красноярске, Норильске, Ачинске. По данным Министерства природных ресурсов РФ, Норильский промрайон с момента регистрации выбросов занимает 1-е место в стране по загрязнению атмосферы. Суммарные выбросы в атмосферный воздух ГМК «Норильский никель» в 2009 г. составили 1949,8 тыс. т (1925,4 тыс. т – 2010 г.) загрязняющих веществ (около 10 % выбросов стационарных источников России). На 1 км<sup>2</sup> территории Норильского промрайона приходится 440 т вредных веществ, на 1 жителя – 8,9 т. Почвы на территории Норильска и в его окрестностях загрязнены тяжелыми металлами, особенно никелем и медью. Содержание растворимых форм этих металлов в три и более раз превышают предельно допустимые концентрации. На основании комплексного обследования воздушной среды Норильского промрайона зона площадью в 10,8 тыс. км<sup>2</sup> определена как зона экологического бедствия, а площадь в 16 тыс. км<sup>2</sup> – как зона, неблагоприятная для проживания человека. Площадь погибших лесов распространяется на расстояние 60-120 км от Норильска.

Усилиям по снижению загрязнения мешает большая стоимость очистных сооружений и практическая незаинтересованность производителей. В частности, приведение в экологически чистое состояние в 1970-х гг. промышленности США потребовало бы 600 млрд дол.. Положительный эффект от этих мероприятий был бы значительно ниже экономических минусов. При этом нередко возникает необходимость закрытия ряда предприятий и увеличение безработицы, что привело бы к тяжелым последствиям, к социальной напряженности.

Исторически сложилось так, что технологии многих производств разрабатывались без учета их влияния на окружающую среду. Так, получение

целлюлозы начало создаваться в то время, когда незначительные масштабы производства не вызывали практического загрязнения среды и поэтому не привлекали к себе внимания. С расширением отрасли возрастало количество отходов и возникла проблема их очистки. Приходится констатировать, что и до настоящего времени положение изменилось незначительно. До сих пор способы очистки, как правило, разрабатываются после создания основной технологии, т. е. подстраиваются под нее.

Тем не менее, благодаря принимаемым мерам, величина загрязнений на единицу продукции снижается, хотя их общее количество растет. Более того, появляются и новые соединения, которые пагубно влияют на живые организмы и не вовлекаются природой в круговороты.

Такие материалы, накапливаясь в природной среде, образуют своеобразные "экологические" тупики. В связи с этим важно, чтобы при проектировании каждого нового производства планировалась утилизация вырабатываемых на нем изделий и отходов. Они должны включаться в естественные геохимические циклы. Отработанная масса должна служить сырьем, удобрением или строительными материалами. Такие требования должны включаться в технические задания.

## **Семинарское занятие 1. История взаимоотношений человека и природы**

1. Охарактеризуйте понятия «эколого-экономическая система».
2. Что такое «техносфера»? Как изменяется структура влияния человеческой деятельности на природу? Назовите экологические катастрофы в процессе развития человечества.
3. Перечислите технологические революции. Какие причины приводят к технологическим революциям?
4. Назовите общие черты современного экологического кризиса и основные стратегические направления выхода из него.

Понятие «*эколого-экономические системы*» можно применить к единицам различной величины, что присуще как экономическим системам (микроэкономика, макроэкономика), так и экосистемам (экосистема леса, экосистема биосферы и т.п.):  
- глобальная ЭЭС; макро-ЭЭС; мезо-ЭЭС; микро-ЭЭС.

*По отношению к среде обитания* различают внешние и внутренние факторы.

К внешним (экзогенным) факторам относят условия, которые влияют на общее развитие ЭЭС: солнечный свет, ветер, температура, природные ресурсы, пригодные для производства экономических благ, внешняя торговля и т.п. Под действием этих факторов процессы протекают в основном самопроизвольно путем самоорганизации и саморегуляции.

Как очень сложная и многофункциональная природно-антропогенная форма, образованная под влиянием разумной деятельности человека, ЭЭС нуждается в постоянной координации.

Внутренние (эндогенные) факторы непосредственно воздействуют на формирование и эволюцию каждой эколого-экономической системы, так как определяются ее свойствами и составом. К таким факторам можно отнести численность популяций, состав воздуха, воды, наличие полезных ископаемых, производство, капитал, численность и уровень дохода покупателей, цены товаров и т.п. Постоянное влияние этих факторов обуславливает интенсивность жизнедеятельности и распространение видов, поведение экономических субъектов и

порядок принятия решений, имущественные отношения и характер присвоения с учетом сложившихся субъективно-объективных экономических связей.

Кроме того, *по природе и характеру воздействия* факторы среды (по аналогии с экосистемами) можно классифицировать как абиотические, биотические и антропогенные.

- Абиотические (воздействие неживой природы – свет, тепло, ветер, вода и т.п.) факторы играют очень важную роль. Без них невозможно дальнейшее любое развитие как живых организмов, так и неживых систем, а следовательно, и ЭЭС. Абиотические факторы можно определить как основные условия существования ЭЭС.

- Биотические факторы (растительный и животный мир, микроорганизмы) связаны с воздействием живых организмов на другие. В экологических системах это внутривидовые (внутрипопуляционные) и межвидовые взаимодействия. В экономике главные участники: государство, фирмы и семьи (человек), которые взаимодействуют между собой непосредственно и через рынки факторов производства и потребительских товаров.

- Антропогенные факторы связаны непосредственно с хозяйственной деятельностью человека (использование природных ресурсов, производство материальных и нематериальных благ, загрязнение природы и т.п.). В конечном итоге антропогенное воздействие сводится к «обмену веществ» между природной средой и обществом с целью более полного удовлетворения потребностей человека.

Четких границ между данными факторами не существует; они неопределенные, условные. Абиотические, биотические и антропогенные факторы действуют одновременно, но неравномерно. Неравномерность воздействия прежде всего связана с географическими условиями и антропогенным фактором. Уровень присутствия или отсутствия какой-либо составляющей играет важную роль, так как отражается на общей жизнеспособности организмов и поведении участников процесса хозяйственной деятельности.

К основным свойствам ЭЭС можно отнести:

- круговорот веществ в среде обитания;
- противостояние внешним факторам;
- производство продукции.

В эколого-экономических системах происходит интенсивный антропогенный круговорот (ресурсный цикл), который в настоящее время нарушает относительно замкнутые природные круговороты – биотический и биогеохимический. В результате действия ресурсного цикла – разработки, транспортировки, переработки и потребления ресурсов – происходит образование и впоследствии накопление значительного количества разнообразных отходов, в т.ч. особоопасных и чуждых для природы. Кроме того, в эколого-экономических системах существует кругооборот благ и доходов (рис. 9), связанный с взаимодействием человека, рынка ресурсов и товаров.

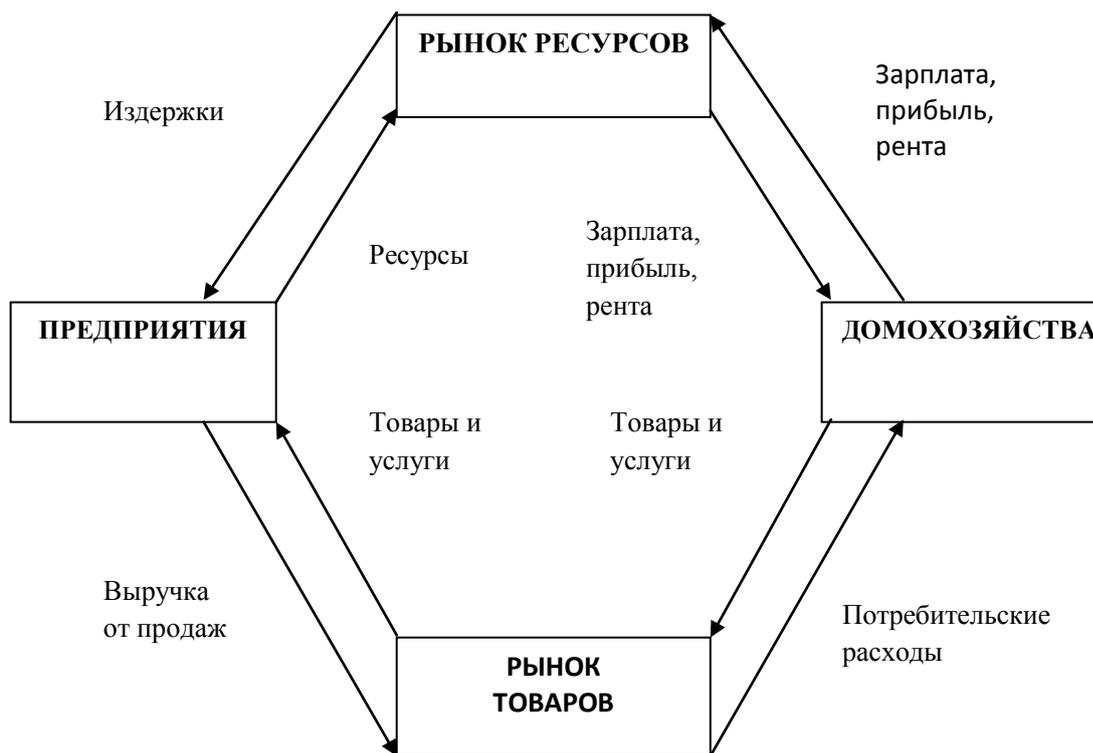


Рис. 9. Кругооборот благ и доходов в эколого-экономической системе

В данном круговороте участвуют не только экономические категории, но и экологические – здоровье человека и т.п., социальные факторы окружающей среды, которые непосредственно влияют на общую интенсивность процесса. Если человек перестанет существовать как вид, то и экономические отношения также исчезнут. Об этом говорил еще А. Смит: «Никому никогда не приходилось видеть, чтобы собака сознательно менялась костью с другой собакой ...».

Второе основное свойство ЭЭС – противостояние внешним факторам - должно соответствовать процессам приспособления к уже длительно существующим или новым только что появившимся условиям обитания. В природной среде это соответствует высказыванию В.И. Вернадского о свойствах живых систем – «всюдность жизни».

В экономике в условиях ограниченности ресурсов человек для своего благополучного существования должен принимать соответствующие решения: что производить, как производить, когда использовать ресурсы, каким образом распределять произведенные товары и т.п. Тесное взаимодействие торговли, специализации и конкуренции позволяет получать блага быстрее, в большем объеме и ассортименте. Эколого-экономические системы пока достаточно устойчивы, так как постоянно регулируются природой и поддерживаются разумной деятельностью человека (природоохранные мероприятия).

Производство продукции в природе осуществляется согласно саморегуляции на основе естественных (биотических и абиотических) процессов. В экономике это связано с самоорганизацией при активном участии человека. Для создания жизненных благ люди используют основные факторы производства – труд, землю, капитал, предпринимательские способности и информацию. Повышение производства промышленных товаров и продовольствия создает благоприятные условия к росту численности человеческого общества в целом, что требует нового увеличения объема производства. Появляется тенденция к неограниченному росту

человечества, что существенно нарушает основные экологические принципы функционирования экосистем в природе.

Единая система мировой экономики ориентирована на прибыль и рост потребления как средство ее увеличения. Изучение основных особенностей развития эколого-экономической системы направлено на рациональное использование ресурсов, получение благ и удовлетворения потребностей человека.

Главное отличие экологических систем от экономических состоит в том, что экосистемы функционировали и будут всегда действовать без «субсидирования» человеком, а экономические созданы людьми и являются неотъемлемой частью хозяйственной деятельности современного человеческого общества.

Рост промышленного производства обуславливает неизбежное преобразование природы. В отчете «Наше общее будущее», опубликованном Всемирной комиссией по окружающей среде и развитию в 1987 г., отмечается, что за довольно короткий исторический промежуток времени произошли значительные изменения окружающей среды, вызванные все возрастающей техногенной деятельностью человека. «За последние 100 лет объем мирового производства увеличился более чем в 100 раз. В начале XX в. производство синтетических органических веществ было минимально; сегодня объем их производства составляет более 225 млрд фунтов только в США». Выработка энергии человеком начиная с середины XIX в. резко возрастала (в 20 раз), в основном за счет ископаемого топлива. В результате содержание в атмосфере двуокиси углерода увеличилось на 30 %, метана – на 100 %.

В конце XX - начале XXI в. ежегодно добывались из недр земли свыше 100 млрд т различных горных пород. Кроме того, распахивая почву, человек в год перемещает огромную массу земли, объемом 4 тыс. км<sup>3</sup>, что больше в 3 раза массы всех продуктов вулканических процессов и в 200 раз больше, чем сносится в моря и океаны текущими водами. Человечество забирает на хозяйственно-бытовые нужды 13 % мирового речного стока (3,8 тыс. км<sup>3</sup>); сжигает 13,2 млрд т условного топлива, потребляя при этом 22 млрд т атмосферного кислорода (данные 1993 г.); выплавляет 2,5 млрд т различных металлов; производит более 60 млн т неизвестных в природе синтетических материалов; рассеивает на полях свыше 500 млн т различных пестицидов, из которых 1/3 смывается дождями в водоемы и задерживается в атмосфере. В результате работы тепловых электростанций, промышленных предприятий ежегодно в атмосферу Земли выбрасываются 200-250 млн т золы, до 60 млн т диоксида серы, эксплуатации автотранспорта – около 200 млн т углерода, 40 млн т оксидов азота.

Мировое сообщество, подводя итоги прошедшего XX столетия, приходит к выводу, что угроза его существования таится в катастрофической экологической ситуации. И как ни парадоксально, но главным врагом человечества сегодня стал именно человек.

Еще в конце XVIII в. Томас Роберт Мальтус (1766-1834) в книге «Опыт о законе народонаселения» говорил о безмерности потребностей растущего людского населения и ограниченности ресурсов Земли. В 1968 г. Гарретт Хардин (Garret Hardin, University of California) опубликовал статью в журнале Science «Трагедия пастбищ» ("The tragedy of the Commons"), в которой высказал мнение, что чрезмерное интенсивное использование природных ресурсов («абсолютная свобода действий») может привести к их невосполнимому истощению, а следовательно, и к изменению численности (возможно, гибели) человечества. Позже появились доклады Римского клуба «Пределы роста» (1972), «За пределами роста» (1992), подготовленные группой ученых Массачусетского технологического института (США) под руководством Д. Медоуза, в которых также говорится, что рост потребления природных ресурсов и, соответственно, производство отходов имеет границы,

определяемые возможностями биосферы. В табл. 4 систематизированы и представлены причины и экологические последствия развития человеческого общества.

Таблица 4

Технологические революции и их последствия

Технологическая революция	Причины	Время	Результат	Экологические последствия
1	2	3	4	5
Первая технологическая революция (неолитическая или сельскохозяйственная)	1. Рост численности человеческого общества (10 млн чел). 2. Устаревшие технологии получения пищи: массовая охота и собирательство, привели к истощению обитаемой территории. 3. Нехватка пищи	10-12 тыс. лет до н.э. (неолит)	Новые технологии получения пищи: земледелие и скотоводство	Исчезновение крупных животных, засоление орошаемых земель, истощение почвы, перевыпас, эрозия почв, пожары
Вторая технологическая революция (промышленная)	1. Рост численности человеческого общества (1830 г. – 1 млрд чел., начало XX в. – 1,6 млрд чел. 1930 г. – 2 млрд чел.). 2. Устаревшие технологии получения пищи, орудий труда и т.п. привели к истощению используемых природных ресурсов. 3. Нехватка пищи. 4. Эпидемии. 5. Войны	Конец XVII в. – середина XX в.	Новые технологии получения пищи, орудий труда и т.п. Создание индустриального общества (класса «синих воротничков» - людей, работающих на конвейере)	Сведение лесов в Англии, загрязнение атмосферы, гидросферы, эрозия почв и т.п.
Третья технологическая революция (научно-техническая - НТР)	1. Рост численности человеческого общества (1976 г. население Земли – 4 млрд чел., 1999 г. – 6 млрд чел., 2011 г. – 7 млрд	6 августа 1945 г. (Хиросима); вторая половина 40-х гг. XX в. – ЭВМ	Технологическая перестройка человеческой цивилизации и создание нового информационного общества.	Кислотные дожди, «озоновые дыры» и парниковый эффект в атмосфере; загрязнение вод

	чел. 2. Устаревшие технологии получения пищи, орудий труда и т.п. 3. Нехватка пищи и чистой питьевой воды. 4. Военные конфликты. 5. Экологические проблемы энергетики. 6. Экологические проблемы промышленности. 7. Экологические проблемы сельского хозяйства и т.д.		Урбанизация. Глобализация. Переход из биосферы в ноосферу	мирового океана нефтепродуктами (более 10 млн т в год) и нехватка чистой питьевой воды (более 1 млрд чел. страдают от недостатка воды); опустынивание и засоление земель; сокращение биоразнообразия; аварии на АЭС (Чернобыль и «Фукусима-1») и т.п.
--	---	--	---	---

Неолитическая революция определила переход человечества от охоты и собирательства к земледелию (примерно 8 тыс. лет до н.э.) и позже – к животноводству, оседлому образу жизни и увеличению численности и плотности населения в отдельных областях планеты. В результате расчистки земельных угодий под пашни и пастбища площадь лесов сократилась, происходило засоление орошаемых земель и опустынивание обитаемой территории. Первые поселения древних земледельцев возникали по берегам водоемов или возле них: междуречье Тигра и Евфрата, в долине Нила, Инда, Хуанхэ и Янцзы. Около 6 тыс. лет назад в Египте и Месопотамии появилось орошаемое земледелие, несколько позже, 3 тыс. лет назад, произошло одомашнивание животных. Исследователи считают, что плотность населения в плодородных районах достигала 230-250 человек на 1 км<sup>2</sup>, а в рисоводческих – до 500 человек на 1 км<sup>2</sup>.

Вторая технологическая революция началась с изобретения парового двигателя. Первая универсальная паровая машина Дж. Уатта (1784) позволила совершить переворот в промышленности. Англия стала первым государством, вставшим на путь индустриального развития, что позволило ей резко увеличить темпы развития промышленного производства. Уже в середине XIX в. эта страна производила больше половины мировой промышленной продукции и продолжала занимать лидирующие позиции почти до 30-х гг. XX в..

Однако промышленная революция привела не только к созданию новых машин, промышленного производства, конвейера и т.п., но и к появлению первого регионального экологического кризиса – истощению лесов в отдельном государстве, загрязнению воздуха, превращению рек в сточные каналы. Кроме того, гибли пашни, пастбища в результате добычи угля, металлов, нефти.

Основной причиной наступления человечества на природу является резкое увеличение численности населения в XX в., которое с 1700 г. увеличилось в 10 раз. Характеризуя историю урбанизации, английский исследователь Л. Мамфорд отмечал, что в 1930 г. городское население земного шара насчитывало 416 млн

человек, или около 20 % его общей численности, остальные 80 % все еще жили в условиях, близких к условиям экономики неолита.

Третья технологическая революция или современная научно-техническая революция (НТР) началась с появления нового источника энергии – атомной. В это время возникают новые научные направления, новые отрасли производства: радиоэлектроника, атомная энергетика, кибернетика, химия синтетических материалов, ракетостроение, робототехника, производство ЭВМ, наноматериалов и др.

Однако первое использование атомной энергии обозначило новые серьезные экологические проблемы. В результате бомбардировки атомными бомбами (август 1945 г.) были полностью разрушены японские города Хиросима и Нагасаки, погибли десятки тысяч человек.

В 1986 г. в СССР произошла авария на Чернобыльской АЭС, которая вызвала радиоактивное загрязнение значительной территории Украины, Белоруссии и западных областей России.

Землетрясение в Японии в марте 2011 г. привело к частичному разрушению атомной станции «Фукусима-1» и загрязнению радиоактивными веществами прилегающей территории. Кроме того, в мире накопилось огромное количество отработанных жидких и твердых радиоактивных отходов, включая ядерные реакторы и боеголовки.

К числу основных глобальных факторов дестабилизации равновесия природной среды можно отнести:

- 1) рост потребления природных ресурсов при их неизбежном сокращении;
- 2) рост населения планеты при сокращении пригодных для обитания территорий;
- 3) деградация основных компонентов биосферы, снижение способности природы к самоподдержанию;
- 4) возможные изменения климата и истощение озонового слоя Земли;
- 5) сокращение биологического разнообразия;
- 6) возрастание экологического ущерба от стихийных бедствий и техногенных катастроф;
- 7) недостаточный уровень координаций мирового сообщества в области решения экологических проблем;
- 8) невысокий уровень экологического воспитания и образования.

Наиболее опасными источниками для природных экосистем являются промышленные предприятия (химические, металлургические, целлюлозно-бумажные, строительных материалов и др.), теплоэнергетика, транспорт и сельское хозяйство.

## **Семинарское занятие 2. Природные ресурсы Красноярского края**

1. Природные ресурсы и их классификация.
2. Какие существуют проблемы, связанные с использованием природных ресурсов?
3. Охарактеризуйте рациональное природопользование.
4. Что такое мало- и безотходное производство? Приведите пример мало- и безотходного производства.

Научно-технический прогресс (НТП) – важнейшее условие продвижения общества. При этом существенно усложняются взаимоотношения между ним и природой. Человек научился влиять на ход естественных процессов, изымая

различные химические элементы и соединения из литосферы, гидросферы и атмосферы и воздействуя на энергетический баланс планеты. Значительная часть невозобновляемых ресурсов уже истрачена. Возобновляемые ресурсы (вода, древесина и т.д.) также становятся дефицитными.

В настоящее время эксплуатируется около 60 % суши, используется свыше 20 % речных вод, с большой скоростью идет опустынивание и обезлесивание. В результате застройки, горных работ, засоления ежегодно теряется до 70 тыс. км<sup>2</sup> земель. При строительных и горных работах перемещается 4 тыс. км<sup>3</sup>/год породы, выплавляется более 2,5 млрд т различных металлов и т.д.

Загрязнение окружающей среды, порождаемое стремительным развитием производства, стало предметом глубокого беспокойства современного общества. Сопровождающие НТП грозные последствия в виде экологического кризиса принимают такие масштабы, что не считаться с ними уже невозможно. Загрязнение воздуха, эрозия почв, отравление водоемов – характерные особенности нарушения природного равновесия. Загрязнение биосферы стало настолько угрожающим, что этой проблемой уже несколько десятков лет занимается ООН. Более того, указывается, что при повышении определенного уровня экологических последствий происходит блокирование промышленной активности.

Экологически чистое производство превращается в необходимость, ответственную за сохранение окружающей среды и ресурсов. Оно может способствовать оптимизации управления ресурсами. Многие такие технологии помимо снижения загрязнения экономят сырьё, материалы и электроэнергию. Стоимость последних выше инвестиционных затрат в традиционном производстве, что означает уменьшение себестоимости продукции.

Вместе с тем НТП обуславливает не только негативное воздействие на окружающую среду. На основе его достижений разрабатывают новые методы и средства борьбы с вредными выбросами, технологии, обеспечивающие снижение отходов и максимальную их утилизацию.

Нерегулируемое воздействие на крупномасштабные процессы в атмосфере и океане могут привести к губительным последствиям. По этой причине очевидна необходимость изучения возможных антропогенных изменений для их количественного прогноза при различных вариантах хозяйственного развития.

Существует несколько определений природных ресурсов.

Наиболее общее состоит в том, что *природные ресурсы* – это природные объекты и явления, используемые в настоящем, прошлом и будущем для прямого и опосредованного потребления, способствующие созданию материальных богатств, воспроизводству трудовых ресурсов, поддержанию условий существования человечества и повышающие качество жизни (ресурс удобств, эстетический и проч.).

Убедительно и определение, что *природные ресурсы* – это тела и силы природы, которые на данном уровне развития производительных сил и изученности могут быть использованы для удовлетворения потребностей человеческого общества в форме непосредственного участия в материальной жизни.

Это пространственно-временная категория; их объем разный в различных районах земного шара и на разных стадиях социально-экономического развития общества. Тела и явления природы выступают в качестве определенного ресурса в том случае, если в них есть потребность. Но потребности возникают и расширяются по мере развития технических возможностей освоения природных богатств. Например, нефть была известна как горючее вещество еще за 600 лет до н.э., но в качестве топливного сырья в промышленных масштабах ее начали разрабатывать лишь с 60-х гг. XIX столетия. В первобытном обществе потребности человека и его возможности освоения природных ресурсов были весьма скромными и ограничивались охотой на диких животных, рыбной ловлей и собирательством.

Затем появилось земледелие и скотоводство, и в состав природных ресурсов были включены почвенный покров и растительность, служившая кормовой базой для скота. В лесах добывалась древесина, началось освоение ископаемых (угля, руд, строительных материалов), человек научился использовать энергию ветра и падающей воды. По мере развития производства не только расширялся объем осваиваемых естественных ресурсов, но в хозяйственный оборот вовлекались и новые площади девственной природы. Так, во второй половине XX в. ресурсопотребление охватило практически всю сушу и все известные в настоящее время природные тела и компоненты. Научно-технический прогресс непосредственным образом отразился на практике ресурсопользования. Разработаны технологии освоения таких видов природных богатств, которые до недавнего времени не включались в понятие «природные ресурсы», например опреснение морских вод в промышленном масштабе, освоение солнечной и приливно-волновой энергии, добыча нефти и газа на акваториях и т.д.

Развитие общества со времени его зарождения и становления связано с использованием минерального, извлекаемого из недр сырья. Его постоянно увеличивающийся расход приводит к нарастанию темпов добычи. В частности, подсчитано, что за последние 30 лет XX в. человечество израсходовало столько минеральных ресурсов, сколько за всю историю своего существования. Мировая потребность меди в 2000 г. выросла (принимая уровень 1970 г. за 100 %) в 4,8 раза, бокситов и цинка – в 4,2, никеля – в 4,7, нефти – в 5,2, газа – в 4,5, угля – в 5 раз. Это вызывает озабоченность, поскольку запасы минеральных ресурсов неограниченны и практически невозобновимы. По данным 1996 г. (при потреблении на уровне 1996 г.), продолжительность обеспечения мировой промышленности некоторыми полезными ископаемыми составит: свинец – 22 года, медь – 28 лет, цинк – 20 лет, олово – 37 лет, молибден – 44 года, золото – 17 лет, серебро – 19 лет.

Сегодня отмечается, что качество разведанных и осваиваемых мировых запасов имеет тенденцию неуклонного ухудшения. Растет зольность углей, снижается концентрация металлов в массе, возрастает доля труднообрабатываемых и перерабатываемых удобрений. Так, в США содержание меди в рудах уменьшилось с 2,5-3 в начале XX в. до 0,8 % к концу 1970-х гг. Только за последние 30 лет XX в. в районах, богатых полиметаллическими рудами (Канада, Австралия, Мексика), среднее содержание свинца и цинка в добываемых рудах снизилось в 2-2,5 раза. В нашей стране за этот период содержание железа в сырой руде уменьшилось с 50 до 35 %. Вместе с тем Россия в настоящее время располагает 40 % мирового запаса этих руд (Курское месторождение, Урал, Восточная Сибирь).

В последние годы возросла добыча энергетических видов сырья – угля и особенно нефти, газа (за последние 75 лет добыча нефти увеличилась в 133 раза, угля – в 3,3 раза, газа – в 632 раза). Так, в 1991 г. в мире было добыто 3340 млн т нефти (40 % – США, Саудовская Аравия и Россия) и газа 2115 млрд м<sup>3</sup>, (страны СНГ – 38 %, США – около 24 %). В 2009 г. добыча нефти в мире достигла 3,8 млрд т, в 2010 г. газа – 3275 млрд м<sup>3</sup> (по данным Global Energy Statistical Yearbook 2011).

По итогам 2011 г. в России было добыто 670,5 млрд м<sup>3</sup> газа и 511,4 млн т нефти и газового конденсата (10,27 млн баррелей в сутки). По объемам добычи нефти и газа Россия в 2011 г. заняла первое место в мире.

По данным Международного энергетического агентства (МЭА), к 2035 г. мировое потребление газа вырастет более чем на 50 % по сравнению с уровнем 2010 г. и составит 5,1 трлн м<sup>3</sup>. При этом одним из основных потребителей газа в мире станет Китай. Доля газа в мировом энергобалансе, по оценкам МЭА, в 2035 г. вырастет с нынешних 21 до 25 %.

Возрастает в мире добыча золота, алмазов. В целом потребление минерально-сырьевых ресурсов с 1900 по 1970 гг. увеличилось в 12,5 раз, а к 2035 г. должно удвоиться.

Такое развитие требует более рационального использования минеральных ресурсов. Эта задача решается путем:

- создания новых, высокоэффективных способов разведки полезных ископаемых, ресурсосберегающих методов добычи;
- комплексного использования минерального сырья;
- сокращения потерь сырья на всех этапах освоения и использования запасов недр, особенно на стадиях обогащения и переработки сырья;
- создания новых веществ, органического синтеза минерального сырья.

Весьма перспективным источником минеральных ресурсов на планете являются ресурсы океана. Причем более 90 % морской добычи приходится на нефть и газ. Запасы «морской» нефти оцениваются в 60-150 млрд т. Из моря добывается 90 % мировой добычи брома, 60 % магния, более 30 % поваренной соли. Кроме того, со дна моря добывают уголь, железные руды, серу. В Англии такая добыча превышает 10 %, а в Японии – 40 % от общей добычи. Морские запасы рутила, золота, платины, алмазов сопоставимы с земными.

Запасы фосфоритов достигают 90 млрд т, железомарганцевых конкреций, расположенных в основном на дне Тихого и Атлантического океанов, – 2-3 трлн т. В зоне шельфов добывается 65 % циркониевых и 25 % ториевых минералов. У берегов Бразилии и Индии добывают олово, Африки – алмазы.

Значительны рудные отложения Красного моря, где на глубине свыше 2000 м фиксируются горячие рассолы, в которых концентрация железа в 8000, цинка в 500, меди в 100 раз больше, чем в обычной морской воде. Кроме того, в этих рассолах содержание цинка достигает 10 %, а меди до 7 %. Также подсчитано, что в воде морей и океанов находится до 4 млрд т урана, однако сегодня его добыча из воды в 5 раз дороже, чем из руды.

Сведения об объемах выбросов, их динамике и вкладе отдельных отраслей промышленности и предприятий-загрязнителей Красноярского края в общее загрязнение воздушной среды края в конце XX – в начале XXI в. приведены в табл. 5, 6.

Таблица 5

Объемы выбросов в атмосферу от стационарных источников, тыс. т

Отрасли	1991 г.	1994 г.	1999 г.	2010 г.	Вклад, %
Цветная промышленность	2698,6	2104,0	2195,5	2478,6	86,85
Электроэнергетика	221,7	145,8	180,0	265,4	9,2
Лесная, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная промышленность	34,2	29,0	21,8	10,2	0,35
Машиностроение и металлообработка	7,7	22,5	14,2	107,4	3,72
Производство строительных материалов	8,9	20,8	11,2	21,8	0,76
Химия и нефтехимия	26,9	7,4	2,3	0,3	0,01
Прочие	160,1	85,0	119,2	3,1	0,1
Всего по Красноярскому краю	3185,1	2114,5	2644,2	2886,8	100,0

Таблица 6

**Основные предприятия-загрязнители атмосферного воздуха**

Предприятия	Выбросы в атмосферу, тыс. т			Доля предприятий в выбросах, %			
	2006	2007	2010	Красноярского края		Отрасли	
				2007	2010	2007	2010
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Обрабатывающее производство</i>							
ЗФ ОАО «ГМК Норильский никель»	1977,9	1990,0	1956,7	79,3	80	94,5	97,8
ОАО «Русал Красноярск»	80,2	75,2	66,9	14,5		63,8	
ОАО «Русал Ачинск»	39,8	40,2	39,2	7,7		34,1	
<i>Химическое производство</i>							
ОАО «Красфарма»	2,663	2,406	0,001	1,1	0,013	44,3	0,32
ООО «Канский завод «Биоэтанол»»	1,861	2,386	н.д.		н.д.	43,9	н.д.
ОАО «Лесосибирский КЭЗ»	0,911	0,453	н.д.		н.д.	8,3	н.д.
ОАО «Красноярский лакокрасочный завод «ОГО-Лакокраска»	0,104	0,007	н.д.		н.д.	6,7	н.д.
<i>Производство резиновых и пластмассовых изделий</i>							
ЗАО «Красный ЯР Шина»	0,045	0,158	н.д.	0,1	н.д.	31,9	н.д.
ООО «Шиноремонтный завод»	0,312	0,315	н.д.		н.д.	63,5	н.д.
<i>Обработка древесины и производство изделий из дерева (ЛПК)</i>							
ОАО «Лесосибирский ЛДК-1»	3749,9	2842,0	3191,8	0,5	0,6	27,5	31,3
ЗАО «Новоенисейский ЛХК»	3663,6	3557,7	4348,4	0,68	0,7	34,5	42,6
ОАО «Маклаковский ЛДК»	926,6	868,0	1045,6	0,17	0,2	8,4	10,2
ООО «Канский ЛХК»	264,17	398,77	398,8	0,07	0,07	3,8	3,9
<i>Производство и распределение электроэнергии, газа и воды</i>							
Назаровская ГРЭС, филиал ОАО «Енисейская ТГК (ТГК-13)»	44,6	59,5	68,4	11,5	12,3	24,4	25,8
Красноярская ТЭЦ-1, филиал ОАО «Енисейская ТГК (ТГК-13)»	28,7	26,5	25,9	5,1	4,7	10,9	9,8
Красноярская ГРЭС-2, филиал ОАО «ОГК-6»	49,5	49,8	60,0	9,6	10,8	20,4	22,6
Березовская ГРЭС-2, филиал ОАО «ОГК-4»	15,1	22,6	23,7	4,4	4,3	9,3	8,9
Красноярская ТЭЦ-2, филиал ОАО «Енисейская ТГК (ТГК-13)»	20,3	19,5	19,8	3,8	3,4	8,0	7,5

Весьма вредное действие оказывают и агломерационные фабрики, поскольку при обогащении руды происходит выгорание серы, селена и пр. (190 кг серы на 1 т руды).

В составе машиностроительного комплекса также имеются производства с высоким уровнем загрязнения: литейное, сварочное, гальваническое, лакокрасочное и металлообработка конструкций. По интенсивности загрязнения районы

гальванических и красильных цехов сопоставимы с химическими предприятиями, литейное производство – с металлургией, котельные – с ТЭС.

Весьма опасны диоксины, которые образуются главным образом на хлорфенольных предприятиях, заводах химических удобрений и при выпуске массовой хлорной продукции. Их серьезными источниками являются сточные воды целлюлозно-бумажных комбинатов, отходы электронной промышленности, печи для сжигания галогеносодержащих и бытовых отходов. Содержание диоксинов в крови, жировом слое и грудном молоке кормящих матерей у населения городов с химическими производствами в 4-10 раз выше фонового. Это нарушает кроветворную, иммунобиологическую и гормонообразующую системы организма. О распределении диоксинов в Красноярске сведения отсутствуют, хотя их концентрация значительна в отходах, расположенных на территории города целлюлозно-бумажного и металлургических предприятий.

В сельскохозяйственных районах основными загрязнителями служат животноводческие и другие фермы, энергетические и паросиловые установки, а также пестициды. При протравливании семян загрязнение последними воздуха прослеживается на большие расстояния.

*Задания для самостоятельной работы студентов:*

1. Нарисовать схему взаимосвязи основных составляющих компонентов эколого-экономической системы.
2. Перечислить глобальные экологические проблемы, заполнить таблицу

Глобальная экологическая проблема	Общая характеристика	Область распространения (геосфера)
1	2	3

3. Назовите и объясните ведущие идеи экологического образования общества.
4. Охарактеризуйте план перехода человечества в ноосферу (по В.И.Вернадскому).
5. Заполните таблицу

Основные природные ресурсы Красноярского края

Наименование природного ресурса	Наименование месторождения (расположение)	Объем запасов
Свинец, цинк	Горевское свинцово-цинковое месторождение (Красноярский край)	Свинец – 7,5 млн т, цинк – 1,7 млн т

*Темы индивидуальных сообщений:*

1. Общество, культура и промышленная экология.
2. Охрана окружающей среды, технология и общество.
3. Опасность технократического мышления.

4. Эволюция биосферы.
5. Ноосфера – сфера высшего разума.
6. Возникновение информационного общества и моделирование «ядерной зимы».
7. Технологические революции в истории общества.
8. Глобальные проблемы человечества.
9. Мировые природные ресурсы и их использование.
10. Экологические проблемы энергетики в период глобального экономического кризиса.
11. Требования к энергоресурсам и продукции в малоотходной технологии.
12. Ресурсосберегающие технологии: переработка отходов и безотходные технологии.
13. Развитие ресурсосберегающих технологий в Японии.

*Творческое задание 1.* Подготовить и провести мероприятие направленное на воспитание бережного отношения к природе, формирование экологической культуры и экологического сознания личности:

1. Разработать экологический конкурс «Что такое промышленная экология».
2. Разработать экологический праздник «Всемирный день охраны природы».
3. Разработать соревновательную экологическую игру «Что? Где? Когда?».
4. Разработать экологическую игру «Чистый город».

*Творческое задание 2.* Подготовить и провести мероприятие, направленное на воспитание бережного отношения к природе, формирование экологической культуры и экологического сознания личности:

1. Разработать макет современных урн-контейнеров.
2. Разработать макет «экологические рекламные щиты».
3. Разработать макет зон отдыха и детских площадок.
4. Разработать паспорт экологической экскурсии г. Лесосибирск – о. Монастырское.
5. Разработать экологический паспорт спортивной площадки.

Потребление сырья и образование отходов. Объем мирового производства увеличивается по экспоненциальному закону. По этому же закону возрастает количество перерабатываемого сырья и образующихся отходов. Из этого следует, что человечество все больше работает на производство отходов. Никогда раньше человек не добывал так много сырья, как в наше время. На каждого жителя развитых стран уже приходится до 30 т/год добываемого минерального сырья. Более того, расходы на обезвреживание и переработку также возрастают экспоненциально и сейчас составляют около 10 % стоимости производимой продукции.

Идея многократного, цикличного, экономного использования материальных ресурсов нашла широкое практическое применение в большинстве развитых стран. Так, степень повторного использования свинца составляет 65 %, железа – 60 %, меди и никеля – 40 %, алюминия – 33 %, цинка – 32 % и т.д. В нашей стране утилизируется до 30 % стали и 20 % цветных металлов.

В России складывается весьма неблагоприятная ситуация с использованием энергии. Так, в Японии для выплавки 1 т стали расходуется 18,8 млрд. Дж., в США – 23,9, у нас – 33 млрд. Дж. В нашей стране на единицу национального дохода затрачивается в 4,5 раза больше энергии, чем в США. Не следует забывать, что производство энергии является одной из самых материалоемких и экологически сложных отраслей промышленности.

Весьма расточительно расходуются и лесные богатства. Из доставленных на ЦБК 1000 м<sup>3</sup> древесины в России получают 28 т бумаги и картона, в Канаде – 87, в США – 135, в Швеции – 143 и в Финляндии – 190 т. Доказано, что технически возможно повторно использовать около 70 % образующихся отходов, а в будущем промышленное производство должно в основном базироваться на возобновляемых и вторичных материальных ресурсах и только на расширенное производство потребуется первичное невозобновляемое сырьё.

Повторное использование материальных ресурсов (рециркуляция) имеет исключительно важное значение с точки зрения сохранения или продления времени эксплуатации запасов руд. Под этим понимают также использование отходов одной отрасли хозяйства в качестве исходного продукта других отраслей. За рубежом процесс возвращения отходов производства и потребления в материальный круговорот называют рециклингом. Замена первичного сырья на вторичное имеет значительные экологические преимущества: при производстве стали снижение потребления энергии составляет 47-74 %, снижение загрязнения атмосферы – до 80 %, водопотребление – 40 % и т.д. Производство алюминия из металлолома требует всего 5 % энергозатрат его выплавки из бокситов. Подсчитано, что 1 т чугунного (или стального) лома может сберечь 3,5 т минерального сырья (2 т железной руды, 1 т кокса и 0,5 т известняка), а 1 т алюминия – 4 т бокситов и 700 кг кокса, снижая одновременно на 35 кг выбросы в атмосферу фтористых соединений. Кроме того, производство, например, алюминия и стали из вторичного сырья позволяет экономить 96 и 74 % энергии по сравнению с производством из первичного сырья.

Во многих странах в связи с увеличивающимися объемами различных видов отходов возникла сложная проблема их утилизации и переработки. По данным агентства Cleandex, объем ежегодного образования только бытовых отходов в РФ составляет более 40 млн. т, из которых 35 % пригодны для вторичной переработки. На начало 2010 г. рынок макулатуры оценивался Cleandex в 260 млн. дол. (коэффициент использования – 40 %), полимерных отходов – в 110 млн. дол. (5 %), стеклобоя – в 26 млн. дол. (35 %), шин – в 19 млн. дол. (8 %). При этом в России в 2010 г. насчитывалось четыре мусоросжигательных и пять мусороперерабатывающих заводов, 39 мусоросортировочных комплексов.

Население и промышленность США производит отходов больше, чем в любой другой стране мира. Средний американец ежегодно выбрасывает свыше полутонны бытового мусора, большая часть которого упаковочные материалы. В начале XXI в. в США ежеминутно сдается в переработку в среднем 120000 алюминиевых банок. В 2008 г. Институт переработки упаковок (Container Recycling Institute) опубликовал информацию о том, что в 2005 г. американцы выбросили 22 млрд пустых пластиковых бутылок. Пластмассовая промышленность США производит продукции на 140 млрд. дол. в год, а вторично использует только 1 % (пластиковая «древесина», пластиковые мешки и т.п.).

Утилизация отходов промышленного производства, помимо получения вторичного сырья, позволяет ликвидировать источники загрязнения окружающей среды. Особенно это относится к отвалам топливного комплекса. Только в нашей стране накопилось свыше 1 млрд. т золы и шлаков, к которым ежегодно добавляется до 100 млн. т. В связи с этим важны разработки по их внедрению как компонентов в стройматериалы. Эффективно использовать золу в кирпичном производстве, где её добавка в количестве 25-30 % позволяет увеличить прочность изделий и снизить температуру их обжига. Кроме того, зола успешно применяется в асфальтобетонных смесях, очистке водных растворов, для получения алюминия, кремния и т.д.

В настоящее время в странах мира потребляется много бумаги (табл. 7).

*Таблица 7*

Потребление бумаги и картона на душу населения

Страна/регион	Годовой объем потребления, кг	Доля вторичной бумаги в общем потреблении, в %
США	317	45
Швеция	311	53
Канада	247	20
Япония	204	52
Норвегия	151	27
Бывший СССР	35	19
Латинская Америка	25	32
КНР	12	21
Африка	5	17
Индия	2	26

Для получения бумаги уничтожают огромные лесные массивы. Включение в ее сырье вторичной бумаги позволит, как это удалось сделать в Швеции, Японии, странах Западной Европы, США, существенно сократить вырубки. Жители Швеции ежегодно собирают 1,1 млн т бумажной макулатуры (газетной бумаги – 70 %, упаковочного картона – 77 % от выпуска), что позволяет производить 53 % годового объема потребляемой бумаги, т. е. появилась «экологическая бумага», производимая целиком из макулатуры. В Германии она используется как писчая, для пишущих машинок, для ЭВМ. Причем на долю последней приходится 50 %. По сравнению с производством бумаги из первичного сырья при выработке ее из макулатуры загрязнение воздуха уменьшается на 73 %, воды – на 25 %, а количество твердых отходов – на 39 %.

Самые крупномасштабные технологические исследования и разработки в области переработки отходов произошли в XX в. в Японии: металлические отходы утилизируются на 97,5, животного и растительного происхождения – 83,3, древесные – 95, доменный шлак – 75, текстильные – 50,6 %. В 1983 г. в стране функционировали 73 энергоагрегата суммарной мощностью около 215 тыс. кВт, работающих на сжигании отходов. Стоимость электроэнергии, вырабатываемой мусоросжигающими установками, составляла в среднем 5,8 иен за 1 кВт·ч против 13 иен за 1 кВт·ч, вырабатываемой АЭС, 14 иен – ТЭС, работающей на угле, и 7 иен – ТЭС, работающей на сжиженном природном газе.

Для количественной оценки запасов природных ресурсов служат индексы их исчерпания, характеризующие расходование имеющихся мировых запасов с учетом сохранения темпов ежегодного прироста потребления. Они означают, что при возрастании запасов на планете в 10 раз, что крайне маловероятно, обеспеченность сырьем увеличится всего в 2,5-3 раза. При рециркуляции 50 % металлов из сферы потребления в сферу производства обеспеченность важнейшими из них возрастет в 3-3,5 раза, а при 95-98 % рециркуляции – в 5-7 (табл. 8).

Таблица 8

Показатели мировых запасов важнейших металлов

Металл	Мировые запасы, млн т	Среднегодовой прирост потребления, %	Индекс исчерпания ресурсов			
			при современной сырьевой базе	при 10-кратном увеличении запасов	с учетом 50 % рециркуляции	с учетом 95-98 % рециркуляции
Железо	100000	1,3	109	267	319	598
Алюминий	1170	5,1	35	77	91	135
Медь	308	3,4	24	76	95	170

Цинк	123	2,5	18	46	101	212
Молибден	5,4	4,0	36	37	104	165
Серебро	0,2	1,5	14	82	117	328
Хром	775	2,0	112	222	256	416
Титан	147	2,7	51	127	152	255

Таким образом, важнейшим резервом сырья является вторичное использование металлов. Выход заключается в целенаправленном повышении роли вторичных ресурсов и организации локального, регионального, а затем национального и глобального техногенного круговорота веществ, в котором первичное сырьё будет затрачиваться только на восполнение потерь и расширение объемов производства. В конечном счете основным промышленным сырьем должно стать сырьё вторичное. Наиболее высокими показателями использования отходов в качестве вторичного сырья в промышленных масштабах характеризуется черная и цветная металлургия, целлюлозно-бумажная промышленность, промышленность строительных материалов (табл. 9).

Таблица 9

Оценка доли вторичного сырья в производстве важнейших видов промышленной продукции

Наименование продукции	Вторичное сырье	Доля вторичного сырья в производстве продукции, %
Картонно-бумажная продукция	Макулатура	18,0
Сталь	Лом черных металлов	27,0
Продукция из термопластичных полимеров	Дробленка, агломерат, гранулят из отходов термопласта	4,2
Резинотехнические изделия	Крошка резиновая	3-4
Нерудные строительные материалы (щебень, гравий, песок)	Отходы добычи и обогащения, шлаки металлургические, золы и шлаки ТЭС	3-4

Безусловно, такая тенденция набирает темпы. Так, в нашей стране 30-35 лет назад в готовую продукцию переходили 1-2 % используемых сырьевых материалов, 20-25 лет – 5-10 %, 10-15 лет – 10-15 %. Анализ использования сырьевых материалов по шести важнейшим отраслям промышленности (черная и цветная металлургия, добыча и переработка угля, производство удобрений, химических продуктов и строительных материалов), выполненный институтом вторичных материальных ресурсов в 1985 г., показал, что полезно потребляются 28,5 %. В расчеты входило любое полезное применение отходов, в том числе и на засыпку выработанных шахт, выравнивание территорий, строительство дорог. В 2010-2011 гг. в России средний уровень использования вторичного сырья оценивался примерно в 1/3, что в 2–2,5 раза ниже, чем в более развитых странах.

По характеру загрязнения предприятия химической отрасли разделяются на предприятия "тяжелой химии" (получение сернистого ангидрида, серной кислоты, галогенов) и производства, вырабатывающие промежуточные продукты органической химии. К последним относится большое количество химических

предприятий. Остановимся на некоторых характерных для данной отрасли производствах.

По-видимому, к одному из самых неблагоприятных в экологическом отношении относится производство серной кислоты, которая необходима для множества отраслей хозяйства. Исходным сырьем для ее получения служит сера, пириты или сульфиды. Содержание вредных примесей (селена, мышьяка) в них составляет от 0,02 до 0,18 %. При обжиге пирита отходящие газы содержат много токсической пыли, мышьяковистых и сернистых соединений. В связи с этим при выработке серной кислоты предпочтительнее сульфиды меди и цинка, у которых меньше токсических примесей.

При производстве азотных, фосфорных, калийных и других удобрений основной причиной загрязнения атмосферы является получение минеральных кислот. В суперфосфатном производстве выделяется пыль и фтористые соединения, которые образуются при обработке природных фосфатов серной кислотой.

Искусственные ткани типа нейлона, тефлона вырабатывают из ацетата целлюлозы или ксантогената. Затверждение нити в этих производствах сопровождается выделением сероводорода и сероуглерода.

Производство алюминия электролизным способом сопровождается выделением фтора и окиси углерода. При электролизе глинозема в расплавленном криолите с добавками улетучивается большое количество газов с высоким содержанием фтористых соединений, в том числе фтористоводородной кислоты.

В нефтяной промышленности загрязнение атмосферы весьма специфично и связано с рафинированием продукции. Основными их поллютантами служат сажа, копоть, меркаптаны, оксиды серы, углеводороды. Характер происходящего загрязнения обусловлен задачами производства.

Одним из крупнейших центров химической промышленности России считают Красноярск, где находятся предприятия черной и цветной металлургии, химико-лесного комплекса и энергетики. Примером антропогенного воздействия может служить ЗФ ОАО ГМК «Норильский никель», от которого поступает в атмосферу ежегодно около 2000 тыс. т загрязняющих веществ (в т.ч. диоксида серы 1950,2 тыс. т), что составляет 99,7 % общегородских выбросов. На каждого жителя г. Норильска (176 тыс. человек по данным 2010 г.) ежегодно приходится до 11,0 т твердых отходов, выбрасываемых в атмосферу градообразующим предприятием. А загрязнение биосферы тесно коррелирует с заболеваемостью и смертностью. При этом загрязнение снижает сопротивляемость организма к вирусам, к мутагенезу и онкогенезу.

Исследования показали, что по качеству атмосферного воздуха Восточно-Сибирский регион России в конце XX в. являлся самым неблагоприятным для проживания россиян. В регионе был зафиксирован самый высокий в России стандартизированный показатель смертности – 14,9 на 1000 человек. В Красноярском крае, по данным 2010 г., показатель смертности – 13,5. В 10 регионах РФ на одного жителя приходится ежегодно от 200 до 300 кг загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу. В Красноярском крае в 2010 г. это города: Норильск (11 т), Назарово (1,3 т), Канск (1,2 т), Зеленогорск (1,06 т), Ачинск (0,55 т), Бородино (0,34 т), Лесосибирск (0,3 т), Красноярск (0,28 т), Железногорск (0,25 т), Шарыпово (0,24 т).

В зонах наибольшего загрязнения около крупных промышленных предприятий происходит увеличение частоты заболеваний органов дыхания, органов чувств, различных аллергических заболеваний примерно в 1,5-3 раза (по сравнению с контрольными территориями). Достоверно увеличилось частота врожденных пороков развития среди новорожденных в таких загрязненных городах,

как Стерлитамак, Кемерово, Новокузнецк. Также отмечается увеличение распространения рака легких во многих городах, где размещены алюминиевые заводы и крупные предприятия черной металлургии.

#### Список литературы

1. <http://mpr.krskstate.ru/dat/File/3/Doklad-2014.pdf> Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2014 году»
2. <http://mpr.krskstate.ru/dat/File/3/Doklad-2013.pdf> Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2013 году»
3. <http://mpr.krskstate.ru/dat/File/3/gosdoklad2012.pdf> Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2012 году»
4. Севрюкова, Е. А. Экологический мониторинг: учебник для академического бакалавриата / Е. А. Севрюкова; под ред. В. И. Каракеяна. – М.: Юрайт, 2016. – 397 с.
5. Тетиор А.Н. Городская экология. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 336 с.
6. Храмова Л.Н. Основы промышленной экологии: учеб. пособие / Л.Н. Храмова, Р.А. Степень, С.В. Соболев – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2012. – 240 с.
7. Шилов, И. А. Экология: учебник для академического бакалавриата / И. А. Шилов. — 7-е изд., — М.: Юрайт, 2015. – 512 с.
8. [www.protown.ru](http://www.protown.ru) Экология Красноярского края, природные, биологические ресурсы

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

6. Безруких, В.А. Физическая география Красноярского края и республики Хакасии: учеб. пособие/ В.А. Безруких, М.В. Кириллов. – Красноярск: Красноярское книжное изд-во, 1995. -288 с.
  7. Геология СССР. Красноярский край. Том XV. Часть I. Геологическое описание / под ред. П.Я. Антропова. – М.: Госгеологтехиздат, 1961. - 815 с.
  8. Геологическая карта Красноярского края [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.vsegei.ru/ru/info/gisatlas/sfo/krasnoyarsky\\_kray/index.php](http://www.vsegei.ru/ru/info/gisatlas/sfo/krasnoyarsky_kray/index.php). - (Дата обращения 07.07.2014).
  9. Корсакова, О.П. Практикум по геоморфологии: Учеб. пособие / О.П. Корсакова, В.В. Колька. - Мурманск: Изд-во МГТУ, 2005. -73 с.
  10. Статейнов, А.П. География Красноярского края: учеб. пособие / А.П. Статейнов. – Красноярск: Изд-во «Буква С», 2008. -192 с.
  11. Топографические карты южной части Красноярского края М 1:200000 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aero.krsn.ru/maps.htm>. -Заглавие с экрана. - (Дата обращения 07.07.2014).
- Википедия // Подземные воды [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki>, свободный. -Загл. с экрана. -Яз. рус.
8. Информационно-аналитический центр "МИНЕРАЛ", 2012 // Экология Красноярского края, природные, биологические ресурсы [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://www.mineral.ru>, свободный. -Загл. с экрана. -Яз. рус.
  9. Корытный Л.М. Реки красноярского края. - Красноярск: Кн. Изд-во, 2001.
  10. Природа // Природные ресурсы Красноярского края [Электронный ресурс]/ Режим доступа: [http://nature.krasn.ru/otchet\\_2005.php](http://nature.krasn.ru/otchet_2005.php), свободный. -Загл. с экрана. -Яз. рус.

11. Протон // Подземные воды: ресурсы, использование и задачи изучения [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://protown.ru>, свободный. -Загл. с экрана. - Яз. рус.
12. Регион 24// Озера Красноярского края и Хакасии [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://region24.net>, свободный. -Загл. с экрана. -Яз. рус.
13. Статейнов А. География Красноярского края. -Красноярск: Издательство «Буква С», 2008.-192 с.
14. ЭКО-бюллетень ИнЭкА №3 (122), май-июнь 2007 года// [Электронный ресурс]/ С. Е. Скударнов, С. В. Куркатов, А. П. Михайлуц, Эколого-гигиеническая оценка хозяйственно-питьевого водопользования подземными водами в Красноярском крае. Режим доступа: <http://www.inesa.ru>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус.
15. Антипова Е.М. Эколого-географическая структура северных лесостепей Средней Сибири // Хвойные бореальной зоны. - 2007. — Т. XXIV, № 4-5. – С. 438-445.
16. Барченков А.П., Милютин Л.И. Морфологическая изменчивость лиственницы в Средней Сибири // Хвойные бореальные зоны. – 2007. – Т. XXIV, № 4-5. – С. 367-372.
17. Белов А.В., Л.П. Соколова Естественная устойчивость растительности геосистем юга Средней Сибири // География и природные ресурсы. 2011. - № 4. – С. 12-23.
18. Беркутенко А.Н., Полежаев А.Н. и др. Ботанические коллекции и базы данных, карты и информационные системы по растительности // Вестн. Северо-Восточного науч. центра ДВО РАН. – 2007. - № 2. – С. 25-36.
19. Бочарников М.В. Ботаническое разнообразие высотно-поясного спектра северного макросклона Западного Саяна // Изв. Самарского науч. Центра РАН. - 2011. – Т. 13, № 1-4. – С. 974-977.
20. Бугаева К.С., Назимова Д.И. Сосновые боры на северной границе Красноярской лесостепи: динамика фитоценотической структуры за последние 40 лет // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2009. - № 9. – С. 109-118.
21. Буренина Т.А., Назимова Д.И. Географические исследования лесов Сибири // География и природные ресурсы. – 2007. - № 3. – С. 165-172.
22. Валуцкий В.И. Болотная растительность южной части Сибири и ее отражение на среднемасштабной карте // Turczaninowia. – 2008. – Т. 11. №4. – С. 106-128.
23. Василевич В.И. Проблема классификации растительности // Бот. журн. – 2010. – Т. 95, № 9. – С. 1201-1218.
24. Василевич В.И., Смагин В.А. О границах между сырыми лугами и низинными болотами // Бот. журн. – 2007. – Т. 92, № 13. – С. 1161-1174.
25. Ветлужских Н.В., Макунина Н.И., Мальцева Т.В. Фитомасса и ее структура в основных типах растительности плато Путорана // Растительные ресурсы. – 2009. – Т. 45, № 4. – С. 20-26.
26. Волкова Л.В. Особенности биологии доминантов травяного яруса в черневых лесах Западной Сибири // Бот. журн. – 2009 – Т. 94, № 3. – С. 368-382.
27. Герасько Л.И. Подтайга Западной Сибири: ландшафто-динамические аспекты// Сибирский экологический журнал. – 2007. – Т. 14, № 5. – С. 719-725.
28. Дробушевская О.В., Царегородцев В.Г., Седельников Н.В. и др. Биоразнообразие и пространственная организация растительного мира Сибири // Сибирский экологический журнал. – 2007. – Т. 14, № 2. – С. 159-168.
29. Ермаков Н.Б., Полякова М.А., Черникова Т.С. Картографирование лесной растительности в горах Алтае-Саянской горной области // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия биология, клиническая медицина. – 2012. – Т. 10, № 2. – С. 24-30.

30. Зибзеев Е.Г., Басаргин Е.А. Классификация и ценотическая характеристика некоторых высокотравных сообществ гумидных высокогорий Западного Саяна // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия биология, клиническая медицина. – 2012. – Т. 10, № 2. – С. 41-47.
31. Исмаилова Д.М., Назимова Д.И. Барьерно-дождевые леса Западного Саяна // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия биология, клиническая медицина. – 2009. – Т. 7, № 4. – С. 3-6.
32. Калибернова Н.М. Зональные особенности пойм рек Западной Сибири в пределах лесной зоны // Бот. журн. – 2007. – Т. 92, № 1. – С. 42-56.
33. Карпенко Л.В. Региональные особенности болот в бассейне р. Нижней Тунгуски // Вест. Краснояр. гос. аграр.ун-та. – 2011. - № 9. – С. 115-119.
34. Косых Н.П., Махатков И.А. Структура растительного вещества в лесоболотных экосистемах средней тайги Западной Сибири // Вестн. Томского гос. пед. ун-та. – 2008 - № 4. – С. 77-80.
35. Кравцова В.И. Пространственная структура экотона тундра-тайга на плато Путорана (по космическим снимкам сверхвысокого разрешения) // Вестн. Моск. ун-та. Серия 5 География. – 2012. - № 1 – С. 67- 74.
36. Кулешова Ю.В. История исследования флоры и растительности г. Сосновоборска (Красноярский край) // Вестн. Краснояр. гос. аграр.ун-та. – 2011. - № 5. – С. 26-29.
37. Лащинский Н.Н., Ветлужских Н.В. Леса класса Pinnati- Betuletea pendulae на северном пределе их распространения // Вестн. Томского. гос. ун-та. Биология. – 2009. - № 3. – С. 5-18.
38. Лащинский Н.Н., Писаренко О.Ю. Ленточные болота междуречья рек Кия и Яя (Западная Сибирь) // Раст. мир Азиатской России. – 2010. – Т. 1. № 1. – С. 42-48.
39. Лебедева С.А., Лебедев Е.А. Флора засоленных местообитаний Минусинской котловины // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия биология, клиническая медицина. – 2010. – Т. 8, № 3. – С. 183-189.
40. Ленкова Т.Л., Иванов В.В., Абаимов А.П. Оценка качества подроста в притундровых лесах Средней Сибири // Сибирский экологический журн. – 2007. – Т. 14, № 2. – С. 219-224.
41. Макунина Н.И. Структура растительности степного и лесостепного поясов межгорных котловин Хакасии и Тувы // Раст. мир Азиатской России. – 2010. - № 2. – С. 50-57.
42. Москаленко М.Г. Изменение растительности севера Западной Сибири в условиях меняющегося климата и техногенных нарушений // Изв. Рус. геогр. об-ва. – 2012. – Т. 144, № 1. – С. 63а-72.
43. Намзалов Б.Б., Холбоева С.А. и др. Особенности структуры лесостепи в экотонной зоне Южной Сибири и Центральной Азии // Аридные экосистемы. – 2012. – Т. 18, № 2. – С. 17-27.
44. Полякова М.А., Ермаков Н.Б. Классификация сосновых лесов борových лент Минусинской межгорной котловины (Южная Сибирь) // Растительность России. – 2008. - № 13. – С. 82-105.
45. Савченкова В.А. Особенности формирования луговой травяной растительности на вырубках Среднего Приангарья // Хвойные бореальной зоны. – 2011. – Т. XXVIII, № 1-2. – С. 137-140.
46. Телятников М.Ю. Интразональная растительность высокогорий северо-западной части плато Путорана // Раст. мир Азиатской России. – 2011. – Т. 1. № 1. – С. 66-72.
47. Третьякова И.В., Бажина Е.В., Пахарькова Н.В., Сторожев В.Н. Состояние пихтово-кедровых лесов природного парка «Ергаки» и их флуоресцентная

- диагностика // Хвойные бореальной зоны. – 2008. – Т. XXV, № 3-4. – С. 237-243.
48. <http://mpr.krskstate.ru/dat/File/3/Doklad-2014.pdf> Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2014 году»
49. <http://mpr.krskstate.ru/dat/File/3/Doklad-2013.pdf> Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2013 году»
50. <http://mpr.krskstate.ru/dat/File/3/gosdoklad2012.pdf> Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2012 году»
51. Севрюкова, Е. А. Экологический мониторинг: учебник для академического бакалавриата / Е. А. Севрюкова; под ред. В. И. Каракеяна. – М.: Юрайт, 2016. – 397 с.
52. Тетиор А.Н. Городская экология. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 336 с.
53. Храмова Л.Н. Основы промышленной экологии: учеб. пособие / Л.Н. Храмова, Р.А. Степень, С.В. Соболев – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2012. – 240 с.
54. Шилов, И. А. Экология: учебник для академического бакалавриата / И. А. Шилов. — 7-е изд., — М.: Юрайт, 2015. – 512 с.
55. [www.protown.ru](http://www.protown.ru) Экология Красноярского края, природные, биологические ресурсы
56. Безруких, В.А. Физическая география Красноярского края и республики Хакасии: учеб. пособие/ В.А. Безруких, М.В. Кириллов. – Красноярск: Красноярское книжное изд-во, 1995. -288 с.
57. Геология СССР. Красноярский край. Том XV. Часть I. Геологическое описание / под ред. П.Я. Антропова. – М.: Госгеолотехиздат, 1961. - 815 с.
58. Геологическая карта Красноярского края [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.vsegei.ru/ru/info/gisatlas/sfo/krasnoyarsky\\_kray/index.php](http://www.vsegei.ru/ru/info/gisatlas/sfo/krasnoyarsky_kray/index.php). - (Дата обращения 07.07.2014).
59. Статейнов, А.П. География Красноярского края: учеб. пособие / А.П. Статейнов. – Красноярск: Буква С, 2008. -192 с.
60. Топографические карты южной части Красноярского края М 1:200000 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aero.krsn.ru/maps.htm>. -Заглавие с экрана. - (Дата обращения 07.07.2014).
61. Википедия // Подземные воды [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki>, свободный. -Загл. с экрана. - Яз. рус.
62. Информационно-аналитический центр "МИНЕРАЛ", 2012 // Экология Красноярского края, природные, биологические ресурсы [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://www.mineral.ru>, свободный. - Загл. с экрана. -Яз. рус.
63. Корытный Л.М. Реки Красноярского края. - Красноярск: Кн. изд-во, 2001.
64. Природа // Природные ресурсы Красноярского края [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://nature.krasn.ru/otchet\\_2005.php](http://nature.krasn.ru/otchet_2005.php), свободный. -Загл. с экрана. -Яз. рус.
65. Протон // Подземные воды: ресурсы, использование и задачи изучения [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://protown.ru>, свободный. -Загл. с экрана. - Яз. рус.
66. Регион 24// Озера Красноярского края и Хакасии [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://region24.net>, свободный. -Загл. с экрана. -Яз. рус.
67. Статейнов А. География Красноярского края. - Красноярск: Буква С, 2008.-192 с.

Учебное издание

ХРАМОВА ЛЮДМИЛА НИКОЛАЕВНА  
ЕФИЦ ОЛЬГА АЛЕКСАНДРОВНА  
РОМАНЦОВА НАТАЛЬЯ ФЕДОРОВНА

ЭКОЛОГИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Редактор

Подписано в печать

Формат 60x84/16 Бумага тип.

Уч. –изд. л. 8,4

Заказ №

Печать офсетная

Тираж 100 эк.

Редакционно-издательский отдел

Библиотечно-издательский комплекс СФУ

660049, Красноярск, пр. Свободный

©ФГОУ ВО «Сибирский федеральный университет», 2017